
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA**

Grado en Ingeniería Mecánica

Título:

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA
OROTAVA**

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Jorge González Hernández

Tutores:

Claudio Briones Barrera

Felipe Santiago Alcover Brito

La Laguna, JULIO DE 2021

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA**

Grado en Ingeniería Mecánica

Título:

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA
OROTAVA**

INDICE GENERAL

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Jorge González Hernández

Tutores:

Claudio Briones Barrera

Felipe Santiago Alcover Brito

La Laguna, JULIO DE 2021

ORDEN DOCUMENTOS

1. MEMORIA
2. ANEXO I: CÁLCULOS
3. PLANOS
4. PRESUPUESTO

ÍNDICE

ABSTRACT	1
HOJA DE IDENTIFICACIÓN	2
1 OBJETO	3
2 ALCANCE	4
3 ANTECEDENTES	4
4 NORMAS Y REFERENCIAS	4
4.1 DISPOCIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	4
4.1.1 ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN.....	4
4.1.2 REDACCIÓN DE TRABAJO Y ELABORACIÓN DE PLANOS	5
4.2 BIBLIOGRAFÍA.....	5
4.3 SOFTWARE EMPLEADO	5
5 DESCRIPCIÓN GENERAL	6
5.1 UBICACIÓN DE LA PARCELA.....	7
6 REQUISITOS DE DISEÑO	8
7 CONDICIONES DEL TERRENO	9
8 MATERIALES	10
8.1 HORMIGÓN ESTRUCTURAL	10
8.2 HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL.....	10
8.3 ACERO CORRUGADO	11
8.4 ACERO LAMINADO Y CONFORMADO	11
9 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL	12
9.1 CIMENTACIÓN.....	12
9.1.1 ZAPATAS	12
9.1.2 PLACAS DE ANCLAJE	14
9.2 ESTRUCTURA METÁLICA	15
9.2.1 PÓRTICOS	16
9.2.2 CUBIERTA.....	22
9.2.3 ARRIOSTRAMIENTOS	22
10 ACCIONES	23
10.1 ACCIONES PERMANENTES.....	23
10.2 ACCIONES VARIABLES	24

10.3	ACCIONES ACCIDENTALES	29
11	CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	29
12	COMBINACIÓN DE ACCIONES.....	31
13	MODELO DE CÁLCULO	33
13.1	ESTUDIO CIMENTACIÓN.....	33
13.1.1	ZAPATAS	33
13.1.2	PLACAS DE ANCLAJE	34
13.2	ESTUDIO ESTRUCTURA METÁLICA.....	35
13.2.1	PÓRTICO HAKITEC:.....	35
13.2.2	ARRIOSTRAMIENTOS	39
13.2.3	PÓRTICO FRONTAL.....	41
13.2.4	CONCLUSIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO	44
14	CONCLUSIÓN.....	45

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	DATOS DE OBRA	3
2.1	NORMAS CONSIDERADAS	3
2.2	ESTADOS LÍMITES.....	3
2.2.1	SITUACIONES DE PROYECTO	3
2.2.2	COMBINACIONES	5
2.3	RESISTENCIA AL FUEGO.....	7
3	ESTRUCTURA	7
3.1	BARRAS	7
3.1.1	MATERIALES UTILIZADOS.....	7
3.1.2	CARACTERÍSTICAS MECÁNICA	7
3.2	RESULTADOS	8
3.2.1	PÓRTICO G.....	8
3.2.2	PÓRTICO H.....	38
3.2.3	ARRIOSTRAMIENTOS EN CRUCES DE SAN ÁNDRES... 70	
3.2.4	ARRIOSTRAMIENTOS LONGITUDINALES.....	83
3.2.5	PÓRTICO FRONTAL.....	123
4	PLACAS DE ANCLAJE	163
4.1	PLACA DE ANCLAJE TIPO 1	163
4.1.1	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN	163
4.1.2	COMPROBACIÓN.....	163
4.2	PLACA DE ANCLAJE TIPO 2	166
4.2.1	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN	166
4.2.2	COMPROBACIÓN.....	166
5	CIMENTACIÓN	169
5.1	ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN AISLADOS	169
5.1.1	DESCRIPCIÓN.....	169
5.1.2	COMPROBACIÓN.....	169

ÍNDICE

01. Situación

02. Emplazamiento

03. Replanteo Estructura

04. Replanteo Cimentación

C-1. Cimentación

C-2. Detalles Zapatas y Placas de Anclaje

E-1. Perspectiva de la Estructura Metálica

E-2. Planta Estructura Metálica

E-3. Estructura-Pórticos

E-4. Estructura-Pórtico Frontal y Uniones

E-5. Estructura-Arriostramientos Laterales

E-6. Estructura-Arriostramientos Cubierta

E-7. Estructura-Arriostramientos Longitudinales

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica

Título:

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA
OROTAVA**

MEMORIA

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Jorge González Hernández

Tutores:

Claudio Briones Barrera

Felipe Santiago Alcover Brito

La Laguna, JULIO DE 2021

ÍNDICE

ABSTRACT	1
HOJA DE IDENTIFICACIÓN	2
1 OBJETO	3
2 ALCANCE	4
3 ANTECEDENTES	4
4 NORMAS Y REFERENCIAS	4
4.1 DISPOCIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.....	4
4.1.1 ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN.....	4
4.1.2 REDACCIÓN DE TRABAJO Y ELABORACIÓN DE PLANOS.....	5
4.2 BIBLIOGRAFÍA	5
4.3 SOFTWARE EMPLEADO.....	5
5 DESCRIPCIÓN GENERAL	6
5.1 UBICACIÓN DE LA PARCELA.....	7
6 REQUISITOS DE DISEÑO	8
7 CONDICIONES DEL TERRENO	9
8 MATERIALES	10
8.1 HORMIGÓN ESTRUCTURAL	10
8.2 HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL.....	10
8.3 ACERO CORRUGADO	11
8.4 ACERO LAMINADO Y CONFORMADO.....	11
9 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL	12
9.1 CIMENTACIÓN	12
9.1.1 ZAPATAS.....	12
9.1.2 PLACAS DE ANCLAJE.....	14
9.2 ESTRUCTURA METÁLICA	15
9.2.1 PÓRTICOS	16
9.2.2 CUBIERTA.....	22
9.2.3 ARRIOSTRAMIENTOS.....	22
10 ACCIONES	23
10.1 ACCIONES PERMANENTES.....	23
10.2 ACCIONES VARIABLES	24
10.3 ACCIONES ACCIDENTALES.....	29
11 CONDICIONES DE SEGURIDAD	29

12	COMBINACIÓN DE ACCIONES.....	31
13	MODELO DE CÁLCULO.....	33
13.1	ESTUDIO CIMENTACIÓN.....	33
13.1.1	ZAPATAS.....	33
13.1.2	PLACAS DE ANCLAJE.....	34
13.2	ESTUDIO ESTRUCTURA METÁLICA	35
13.2.1	PÓRTICO HAKITEC:	35
13.2.2	ARRIOSTRAMIENTOS.....	39
13.2.3	PÓRTICO FRONTAL.....	41
13.2.4	CONCLUSIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO	44
14	CONCLUSIÓN.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Perspectiva de la estructura metálica. Fuente: CYPE 3D	7
Ilustración 2: Localización para la ubicación de la cubierta. Fuente: GRAFCAN	8
Ilustración 3: Representación de la cimentación. Fuente: CYPE 3D	12
Ilustración 4: Perspectiva de una zapata tipo 2. Fuente: CYPE 3D	13
Ilustración 5: Representación 3D de las placas de anclaje. Fuente: CYPE 3D	15
Ilustración 6: Elementos de las posibles celosías en Hakitec750. Fuente: Hakitec750.....	16
Ilustración 7: Pórtico G realizado con celosías de Hakitec750. Fuente: AutoCAD .	17
Ilustración 8: Pórtico H realizado con celosías de Hakitec750. Fuente: AutoCAD .	18
Ilustración 9: Elementos de unión de Hakitec. Fuente: Hakitec750	19
Ilustración 10: Perspectiva del pórtico frontal. Fuente: CYPE 3D	19
Ilustración 11: Detalle de la forma del Soporte del Pórtico frontal. Fuente: CYPE 3D	20
Ilustración 12: Elementos de arriostramiento longitudinales en la cubierta. Fuente: CYPE 3D	23
Ilustración 13: Comprobación del cálculo de la cimentación. Fuente: CYPE 3D	34
Ilustración 14: Comprobación de cálculo del Pórtico G. Fuente: CYPE 3D	38
Ilustración 15: Comprobación de cálculo del Pórtico H. Fuente: CYPE 3D	39
Ilustración 16: Comprobación de cálculo de los arriostramientos parcial. Fuente: CYPE 3D	40
Ilustración 17: Comprobación de cálculo de los arriostramientos totales. Fuente: CYPE 3D	41

Ilustración 18: Comprobación del cálculo del pórtico frontal. Fuente: CYPE 3D 43

Ilustración 19: Visualización de la estructura completa. Fuente: CYPE 3D 44

ABSTRACT

This Degree Final Project arose from the need to cover the La Orotava Townhall Square, in order to complete the Teide Land Carpet. The execution of this carpet has a duration of three months. Therefore, a structure capable of covering the requirements of both the location and the activity for which it is intended was necessary.

The presented structure consists of a singular shape. Elements from the Hakitec company have been used for the formation of the structure main frames and for the longitudinal bracing. On the other hand, a front gantry has been made from normalized profiles, bracing this gantry by using Crosses of San Andrés.

The proposed structure has been designed and calculated to meet all the technical regulations at all times. These checks have been carried out according to the Technical Building Code (CTE) and EHE-08.

In addition, a calculation of the execution material budget has been carried out.

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TRABAJO

Título: Estudio y diseño de una estructura temporal para la plaza del Ayuntamiento de La Orotava.

Emplazamiento: Plaza del Ayuntamiento de la Orotava

PETICIONARIO

Nombre: Universidad de La Laguna

Dirección: Calle Padre Herrera, s/n, 38200 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife

AUTOR

Nombre: Jorge González Hernández

DNI: 43387699Q

Email: alu0101119939@ull.edu.es

1 OBJETO

El presente trabajo tiene como objeto el estudio de la viabilidad de una estructura temporal (cubierta textil) destinada a la protección de la alfombra de tierras que se realiza en la Plaza del Ayuntamiento de La Orotava. Siendo, en consecuencia, los objetivos específicos los siguientes:

- ❖ Diseñar y calcular la estructura metálica de la cubierta textil.
- ❖ Diseñar y calcular la cimentación de la cubierta textil.
- ❖ Estimar presupuesto de ejecución material de la cubierta.

El motivo por el cuál se ha decidido realizar esta estructura temporal es debido a que a día de hoy no se tiene una carpa o cubierta que pueda proteger la Plaza del Ayuntamiento de La Orotava por completo, por lo que es necesario principalmente para la realización de la alfombra de tierras de La Orotava, ya que estas se realizan en aproximadamente tres meses y es necesario que este cubierta en todo este plazo de tiempo, para que no se vea afectada por la lluvia ni por el viento, y por eso es imprescindible la creación de una cubierta textil que pueda satisfacer dicha necesidad.

2 ALCANCE

El trabajo se encuentra dentro del ámbito de la ingeniería Industrial, concretamente en el entorno del estudio de la viabilidad de una edificación industrial, por lo que no es un proyecto de ejecución de obra.

Este trabajo contiene, para su posible estudio, el desarrollo de las siguientes partes:

- ❖ Cimentación.
- ❖ Estructura metálica.

3 ANTECEDENTES

La ubicación en la que se situará la estructura temporal se encuentra en la Plaza del Ayuntamiento de La Orotava, esta ubicación no cuenta actualmente con ningún elemento de este calibre para poder cubrir dicha plaza.

Por lo que se considera necesario la realización de esta cubierta textil destinada para esta ubicación, principalmente para que proteja toda la plaza en el periodo de la realización de la alfombra de tierras, y esta pueda ser realizada y finalizada con la mayor facilidad y seguridad posible, aunque también se puede utilizar para cualquier actividad que se quiera realizar en este emplazamiento y por motivos climáticos se requiera cubrir.

Hablar sobre Hakitec y sistemas que hay para cubrir

4 NORMAS Y REFERENCIAS

4.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

Para la realización del presente trabajo se han aplicado las disposiciones legales y normas que se recogen a continuación, según área de aplicación:

4.1.1 ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN

- CTE-DB-SE: Código técnico de la Edificación. Documento básico de Seguridad Estructural.
- CTE-DB-SE-AE: Código técnico de la Edificación. Documento básico de seguridad estructural, acciones en la edificación.

- EUROCÓDIGO 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. PARTE 2-4: Acciones en estructuras. Acciones del viento.
- Norma UNE-EN 13782:2015: Estructuras temporales, Carpas y Seguridad.
- EUROCÓDIGO 1: Acciones en estructuras. PARTE 1-4: Acciones generales. Acciones de viento. Norma UNE-EN 1991-1-4:2018.
- CTE-DB-SE-A: Código técnico de la Edificación. Documento básico de seguridad estructural, acero.
- CTE-DB-SE-C: Código técnico de la Edificación. Documento básico de seguridad estructural, cimentación.
- EHE-08: Instrucción de hormigón estructural.

4.1.2 REDACCIÓN DE TRABAJO Y ELABORACIÓN DE PLANOS

- UNE-EN ISO 129-1:2019/A1:2021.
- UNE-EN ISO 5457:2000: Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.

4.2 BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía utilizada en el presente proyecto es la siguiente:

- USER'S GUIDE for HAKITEC 750 TEMPORARY ROOF with HAKI Trak Sheeting (Hand-Built).

4.3 SOFTWARE EMPLEADO

Durante la elaboración del proyecto se han empleado distintos programas con el fin de realizar los cálculos y las representaciones gráficas necesarias.

- CYPE 2021: Empleado para el cálculo y la comprobación de la estructura metálica y la cimentación debido a la complejidad de la estructura, en concreto los módulos Generador de Pórticos y CYPE 3D.
- AutoCAD 2021: Para crear el diseño de los pórticos, además para obtener la distribución y separación entre pórticos posible en el plano de planta de la ubicación, por otro lado, para la realización y procesamiento de los distintos planos.

- Microsoft Office Excel 2021: Para realizar el cálculo de la estimación de las mediciones y del presupuesto.

5 DESCRIPCIÓN GENERAL

Debido al motivo por el que surge esta necesidad de crear una cubierta para cubrir la obra de arte que es la alfombra de tierras del Teide de La Orotava, se ha optado por la construcción de una estructura metálica de singular diseño para que esta capte la atención de la gente al visualizarla.

Se ha decidido realizar la estructura metálica con pórticos en celosía, con una totalidad de 23 pórticos donde se diferencian dos tipos de pórticos (uno tiene los dos apoyos en el suelo, y el otro tiene un apoyo en el suelo y el otro en la viga del pórtico frontal), y separados entre sí 2 metros, con una altura máxima de 11,53 metros y una luz de 23,57 metros. En la parte frontal de la estructura se dispondrá de un pórtico en celosía, el cual está destinado a soportar las cargas de 11 pórticos de los anteriormente nombrados, con una altura máxima de 8,47 metros y una luz de 20 metros. Este pórtico frontal se ha realizado con estas dimensiones para permitir la visibilidad, ya que esta es un requisito de la estructura.

El entramado lateral de la parte frontal de la estructura está formado por dos líneas de correas laterales y cuatro líneas de cruces de San Andrés, que soportaran la acción del viento en la parte frontal. Además, en la parte posterior de la estructura también se dispondrá de cuatro cruces de San Andrés destinadas a cumplir el mismo fin.

La cubierta está constituida por 10 líneas de correas y 4 líneas de cruces de San Andrés longitudinales y otras 4 transversales. Encima de esta estructura metálica se colocará el material textil destinado a cubrir la plaza, que será poliéster revestido por PVC flexible en ambos lados, y se apoyará encima de los pórticos transversales de la estructura.

La cimentación de la estructura se realizará mediante zapatas continuas centradas con varios arranques de soportes en cada una de ellas.

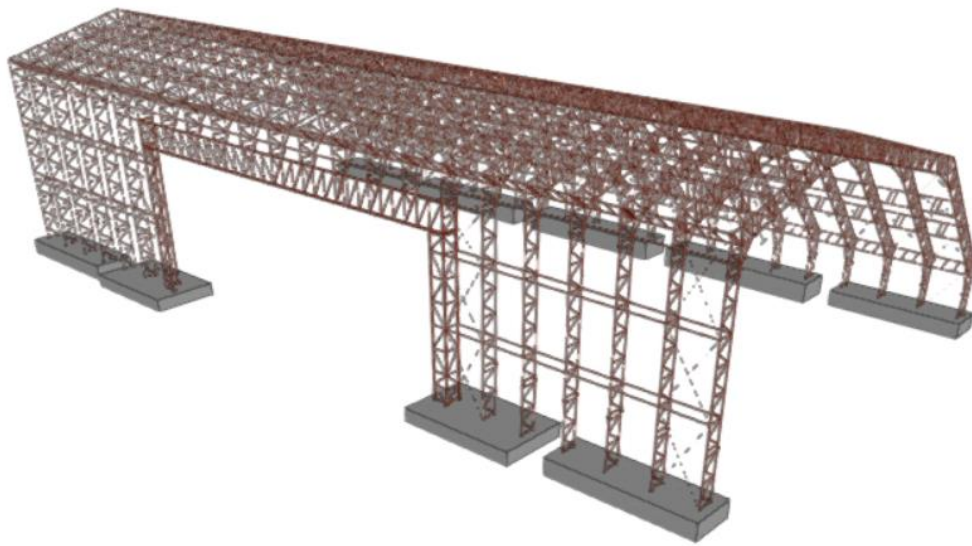


Ilustración 1: Perspectiva de la estructura metálica. Fuente: CYPE 3D

5.1 UBICACIÓN DE LA PARCELA

La ubicación en la que se situará la cubierta textil temporal es en la Plaza del Ayuntamiento de La Orotava, Tenerife.

Se pueden consultar los planos 01.Situación y 02.Emplazamiento.

Se dispone de un tamaño total de la plaza de 2113 m² de suelo la cual está delimitada por una balaustrada, y fuera de esta por tres carreteras y un paseo peatonal entre la plaza y el ayuntamiento que está a una cota superior de la plaza. Aunque el tamaño que se necesita cubrir por la cubierta es inferior ya que hay que extraerle a este valor el espacio de los jardines, las escaleras y las zonas en las que no se realiza la alfombra de tierras, por lo que finalmente se obtiene un tamaño a cubrir de 900 m².

La referencia catastral de la parcela es:

0711601CS5401S0001KL

para realizar la cimentación que se necesita para esta estructura. La cimentación que está en la parte trasera si estaría casi completamente debajo del pavimento, aunque la que esta en la parte frontal de la estructura estaría ubicada mas bien en la zona de los jardines, teniendo la posibilidad de que parte de esta cimentación quedara debajo del solado también.

- **ACTIVIDAD QUE SE REALIZA:** Debido a la actividad que se realiza en la plaza, que es la de la creación de la alfombra de tierras naturales del Teide, se han tenido los siguiente requisito de diseño.
 - La alfombra de tierras es simétrica desde el centro hacia los lados, y esta ha de estar cubierta completamente debido a que es muy sensible a la lluvia ya que provocaría la destrucción de la misma, por lo que ha de estar bien protegida.
 - Se tiene que poder observar la alfombra mientras se tiene la cubierta colocada desde el balcón del ayuntamiento, para que los artistas puedan apreciar como está quedando el trabajo realizado y poder crear la perspectiva adecuada, principalmente de la zona central de la plaza. Además de que debe tener abierto los laterales de la cubierta para que la gente pueda ir a visitarla y apreciar el trabajo que se está realizando.
 - Debe tener una buena circulación del aire para evitar dentro de lo posible el efecto invernadero debajo de la cubierta textil y así prevenir insolaciones y poder trabajar en las mejores condiciones posibles.
 - Debe ser una estructura montable y desmontable, para utilizarla únicamente en el plazo de tiempo que dura el desarrollo de la alfombra, además esta estructura ha de ser retirada sin poder pisar el suelo de la plaza, ya que este estará tapado por la alfombra ya realizada.
 - La cubierta no puede tener ningún apoyo en el interior de la plaza, únicamente en sus bordes.
 -

7 CONDICIONES DEL TERRENO

No se dispone de un Estudio Geotécnico que permita disponer de las características mecánicas del firme de nivel de cota de cimentación, a falta de este estudio y de información del terreno, se ha realizado una estimación.

La tensión admisible del terreno estimada para situaciones sísmicas es de 2 kg/cm² y para situaciones sísmicas y accidentales es de 3 kg/cm².

8 MATERIALES

8.1 HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Para saber qué tipo de hormigón armado utilizar para la cimentación, se ha obtenido que clase de exposición es a la que se encuentra. En este caso al tratarse de una cimentación, se obtiene de la EHE-08 en la tabla 8.2.2 la clase de exposición IIIa (marina, aérea). En realidad al ser un elemento de cimentación la clase de exposición real es de IIa, pero como está a menos 5 km de la costa se quiso ponerse por el lado de la seguridad y utilizar el IIIa.

Con la clase de exposición y el tipo de hormigón se obtiene la máxima relación agua/cemento, que es de 0,5 según la tabla 37.3.2.a de la EHE-08. Además de poder calcular el mínimo contenido de cemento que es de 300 kg/m³ obtenido de la misma tabla.

Para la clase de exposición que se va a aplicar se recomienda una resistencia característica mínima del hormigo de 30 N/mm², según la tabla 37.3.2.b de la EHE-08.

Por lo tanto, el hormigón armado que se utilizará será el HA-30/B/20/IIIa.

Donde:

- ❖ Resistencia característica mínima: 30 N/mm².
- ❖ Consistencia: Blanda (Valores límite del asentamiento del cono 6-9 cm).
- ❖ Tamaño máximo del árido: 20 mm (Tipo: machacado).
- ❖ Clase de exposición: IIIa (marina, aérea).

8.2 HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL

El hormigón de limpieza empleado para la capa de 10 cm de debajo de las zapatas es de HL-150/B/20, según el anexo 18 de la EHE-08.

Que como se indica en la identificación, la dosificación mínima de cemento es de 150 kg/m^3 .

8.3 ACERO CORRUGADO

- ❖ Acero corrugado B 500 S: Este material se ha utilizado para el acero corrugado que forma la armadura de las zapatas y para los pernos de las placas de anclaje.
 - Límite elástico (f_y): $\geq 500 \text{ N/mm}^2$.
 - Carga unitaria de rotura (f_s): $\geq 500 \text{ N/mm}^2$.
 - Alargamiento de rotura ($\epsilon_{u,5}$): $\geq 12 \%$.
 - Relación f_s/ f_y : $\geq 1,05$.

8.4 ACERO LAMINADO Y CONFORMADO

Para toda la estructura metálica realizada con perfiles tubulares y redondos se ha empleado un acero S275 JR, con un espesor inferior a 16 mm, ya que el espesor máximo es de 3,6 mm, por lo que posee las siguientes características mecánicas:

- ❖ Tensión de límite elástico (f_y): 275 N/mm^2 .
- ❖ Tensión de rotura (f_u): 410 N/mm^2 .
- ❖ Módulo de elasticidad (E): 210.000 N/mm^2 .
- ❖ Módulo de rigidez (G): 81.000 N/mm^2 .
- ❖ Coeficiente de Poisson (ν): 0,3

Las placas de anclaje también se han realizado con acero S275 JR.

9 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

9.1 CIMENTACIÓN

La cimentación de la estructura esta constituida por zapatas rectangulares. Para la construcción de las zapatas se emplea hormigón armado HA-25 y acero corrugado B 500 S, además de una capa de 10 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20. También se encuentran las placas de anclaje de acero S275 y acero corrugado B 400 S.

La cara superior de las zapatas tienen todas una cota de -30 cm con el nivel del suelo. Esto se decidió así para que cuando llegue el momento de la retirada de la estructura, las placas de anclaje también se puedan extraer. Ya que esta está unida a los pernos mediante tuercas y contratuercas para poder quitarlas. De esta manera solo se quedan los pernos en las zapatas. Los cuales quedarán enterrados y protegidos por un cajetín que se les haría para evitar lo más posible la acción del ambiente sobre ellos. Y de esta manera se tiene todo el solado de la plaza uniforme y no se encontrarán las placas de anclaje en este, ya que estarán ubicados justo debajo del suelo.

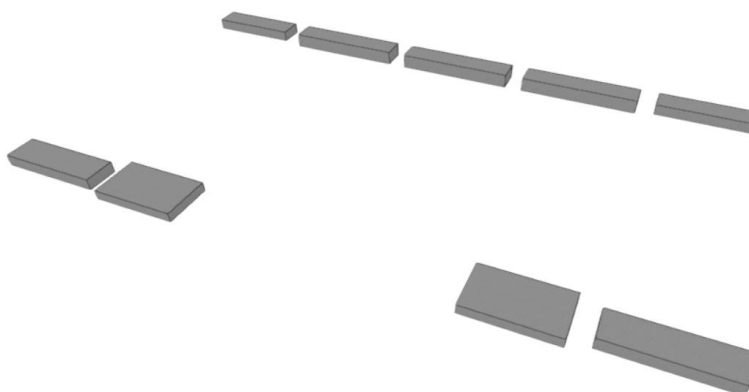


Ilustración 3: Representación de la cimentación. Fuente: CYPE 3D

9.1.1 ZAPATAS

La cimentación consta de un total de 9 zapatas, estas son zapatas rectangulares, continuas y centradas con varios arranques de soportes en cada una. Además, poseen una armadura superior e inferior en las dos direcciones con patillas.

Se pueden dividir en 5 tipos:

- ❖ Zapata tipo 1: Hay 3 zapatas con dimensiones 865x180x100 cm, las cuales poseen 10 arranques cada una.
- ❖ Zapata tipo 2: Hay 2 zapatas con dimensiones 665x180x75 cm, las cuales poseen 8 arranques cada una.
- ❖ Zapata tipo 3: Hay 2 zapatas con dimensiones 675x205x75 cm, las cuales poseen 8 arranques cada una.
- ❖ Zapata tipo 4: Hay 1 zapata con dimensiones 550x320x60 cm, la cual posee 7 arranques.
- ❖ Zapata tipo 5: Hay 1 zapata con dimensiones 550x320x60 cm, la cual posee 7 arranques.

La zapata tipo 2 y tipo 3 tienen unas dimensiones y armado muy similares, además del mismo número de arranques, pero estas no se han decidido igualar debido a que la zapata 2 tiene un espacio reducido para hacer la cimentación ya que está muy próxima al borde de la plaza, y si se hubieran igualado esta hubiera aumentado de dimensiones ya que la zapata 3 tiene unas dimensiones superiores, por lo que no se igualaron para que esta zapata no quedara tan justa con el borde de la plaza y se pudiera realizar la cimentación más cómodamente.

La zapata tipo 4 y tipo 5 son exactamente iguales, únicamente cambian en que las posiciones de los anclajes son inversas, pero para que se entienda más claramente la posición de los anclajes en cada una de estas se ha decidido diferenciarlos.

El recubrimiento nominal de la armadura superior e inferior es de 50 mm, y en la armadura por el lateral es de 80 mm.

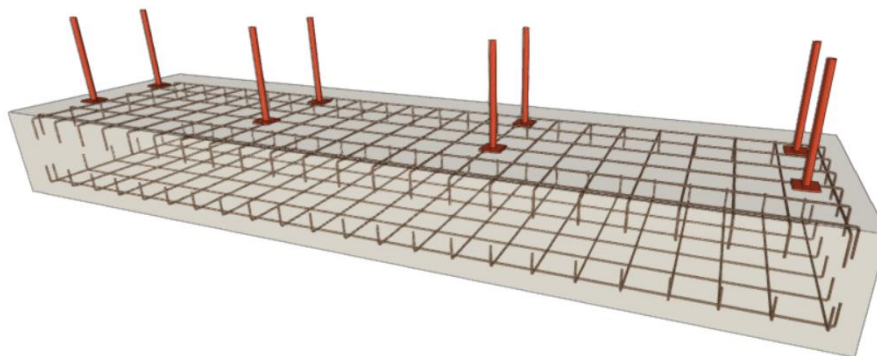


Ilustración 4: Perspectiva de una zapata tipo 2. Fuente: CYPE 3D

Para simplificar la realización de la cimentación, si es que se fuera a ejecutar la obra, se realizó la unión de todas las zapatas para crear una zapata continua en la parte trasera con la armadura y dimensiones más restrictivas, y en la parte delantera dos zapatas continuas, con la armadura y dimensiones más restrictivas.

Se pueden ver los planos C-1.Planta de Cimentación y C-2.Detalles zapatas y placas de anclajes.

9.1.2 PLACAS DE ANCLAJE

Hay 76 placas de anclajes en total, las cuales se han realizado con acero S275 JR las cuales están divididas en dos tipos:

- ❖ Placa de anclaje tipo 1: Hay 70 placas de anclajes de este tipo, las cuales corresponden a los pórticos principales de Hakitec (ver apartado 8.2.1.Pórticos). Las dimensiones de esta placa son de 150x150x14 mm, la cual posee 8 pernos de 8 mm de diámetro con una longitud de anclaje de 30 cm en prolongación recta. Con una distancia del borde de la placa al eje de los pernos de 20 mm.
- ❖ Placa de anclaje tipo 2: Hay 6 placas de anclajes de este tipo, las cuales corresponden al pórtico frontal (ver apartado 8.2.1. Pórticos). Las dimensiones de esta placa son de 200x200x15 mm, la cual posee 4 pernos de 16 mm de diámetro con una longitud de anclaje de 40 cm en prolongación recta. Con una distancia del borde de la placa al eje de los pernos de 25 mm. Además, cuenta con cuatro rigidizadores de dimensiones 100x45x5 mm.

Los pernos se unirán a la placa con una tuerca y contratuerca para que esta se pueda montar y desmontar, en caso de necesitar retirar la placa cuando no esté colocada la cubierta. Además, se colocará una capa de mortero de nivelación de 20 mm de espesor justo debajo de las placas de anclaje.

Para poder retirar de manera más cómoda la placa de anclaje, se podría añadir otra placa entre el mortero de nivelación y la placa de anclaje, para que cuando se vaya a retirar la placa de anclaje no se tenga que romper el mortero de nivelación, y tener que realizar las limpiezas pertinentes debido a su retirada. Además, que se tendría que realizar nuevamente esta capa de mortero para volver a poner la placa de anclaje, por lo que añadir esta placa para no tener que retirar y colocar el mortero de nivelación cada vez que se monte la estructura sería lo más conveniente.

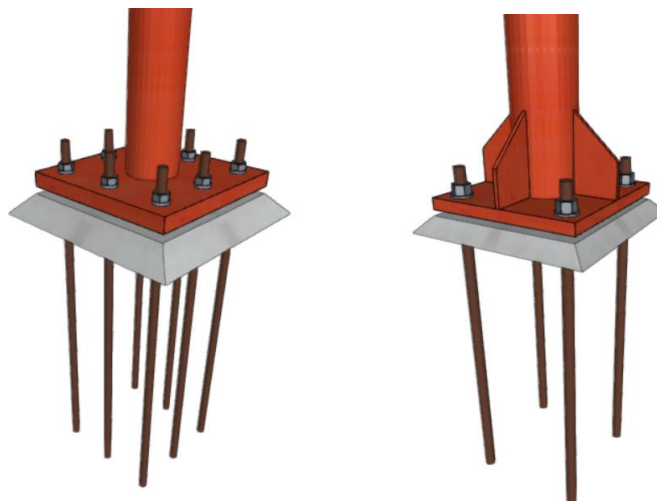


Ilustración 5: Representación 3D de las placas de anclaje. Fuente: CYPE 3D

Se pueden ver los planos C-1.Planta de Cimentación y C-2.Detalles zapatas y placas de anclajes.

9.2 ESTRUCTURA METÁLICA

Debido a las dimensiones tan grandes que se tenían que abordar para cubrir la plaza, se decidió realizar los pórticos en celosía para conseguir una mayor inercia sin necesidad de utilizar unos perfiles excesivamente grandes, gracias a esta decisión se pudieron tomar unos perfiles pequeños para que la estructura fuera lo más liviana posible, y que cuando se fuera a montar y desmontar, se pudiera realizar de la forma más sencilla.

Para realizar una estructura temporal esta ha de tener unas uniones atornilladas o con algún elemento que se pueda montar y desmontar, y de esta manera utilizar la estructura temporalmente. Por lo que se ha optado por la utilización de elementos de la empresa Hakitec, que es una empresa especializada en estructuras temporales, la cual ofrece en un catálogo los diferentes tamaños y ángulos de celosías, los elementos con los que se realizan las uniones entre las celosías y la explicación del montaje de la misma. También te ofrece la posibilidad de elegir entre dos materiales: el aluminio y el acero, en este caso se ha seleccionado el acero, ya que es el material estudiado en la carrera.

En este caso se ha seleccionado Hakitec750, que son elementos de celosías que tienen una altura entre el cordón superior e inferior de 750 mm, unas dimensiones longitudinales que varían en cuatro tamaños: 1,25 m, 2,25 m, 3,25 m y 6, 25m. Además de tres tipos de ángulos en celosías: 15°, 22,5° y 37,5°. Por otro lado, se utilizan unos perfiles tubulares huecos de 48,3 mm de diámetro y un espesor de 3,2 mm en todos los elementos que se utilizan de esta empresa.

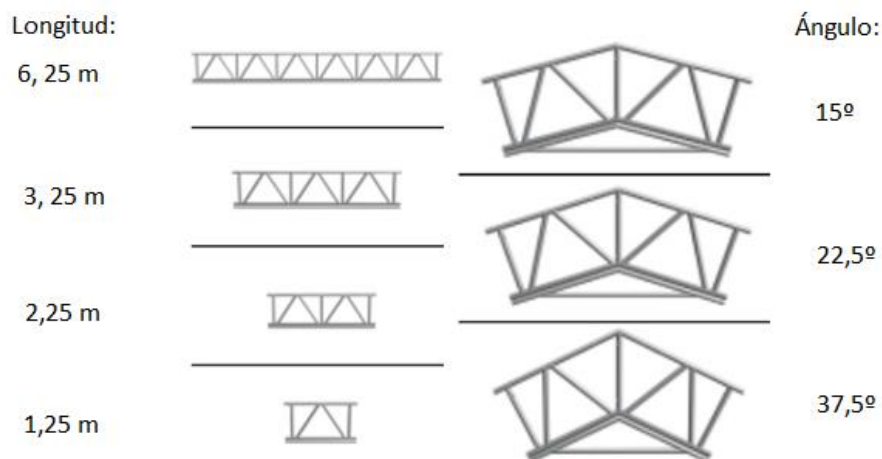


Ilustración 6: Elementos de las posibles celosías en Hakitec750. Fuente: Hakitec750

Por lo que esta estructura se podría dividir en dos partes, una parte es la que está hecha con elementos de la empresa Hakitec y la otra sería un pórtico, exactamente el pórtico frontal, el cual se ha realizado desde cero sin ningún elemento perteneciente a dicha empresa.

9.2.1 PÓRTICOS

La estructura metálica estará constituida por 23 pórticos en celosías separados entre sí 2 m, con una luz de 23,57 m y una altura máxima de 11,53 m. Donde se pueden dividir dos tipos de pórticos, además del pórtico frontal que soporta la carga de 11 de estos pórticos.

❖ Pórticos Hakitec:

Los pórticos principales de la estructura se realizaron con los elementos de la empresa Hakitec anteriormente mencionados. La idea inicial era la realización de un pórtico con una cierta curvatura, pero como la empresa no disponía de celosías curvas, se decidió realizar la forma curva, pero con tramos rectos y diferentes ángulos, para crear una forma singular. Por lo que se fue probando con los diferentes elementos que te ofrece la empresa hasta obtener la estructura final que se ha conseguido. Este proceso llevo su tiempo, debido a que la suma de todos los ángulos debía de dar 180° para que los dos pilares fueran verticales, además se tenía que conseguir una luz de 21 m mínima y una altura en la parte frontal de la estructura de 7 m aproximadamente, por lo que se estuvo variando con los diferentes elementos hasta conseguir cumplir todas estas condiciones.

Estos pórticos constan de tres paños en la cubierta, uno a 45° y los otros dos a 15°. Se pueden dividir en dos tipos de pórticos como mencioné anteriormente, uno se llamará Pórtico G y el otro Pórtico H.

Los pórticos son iguales, excepto que en la parte frontal los Pórticos H no se apoyan en el suelo como los Pórticos G, sino que se apoyan a una cierta altura sobre la viga en celosía del pórtico frontal.

Los elementos de Hakitec750 que se han utilizado para realizar los pórticos dos tipos de pórticos son:

- Pórtico G:

- 1 celosía de 1,25 m.
- 4 celosías de 2,25 m.
- 3 celosías de 6,25 m.
- 2 ángulos en celosía de 15°.
- 1 ángulo en celosía de 22,5°.
- 1 ángulo en celosía de 37,5°.

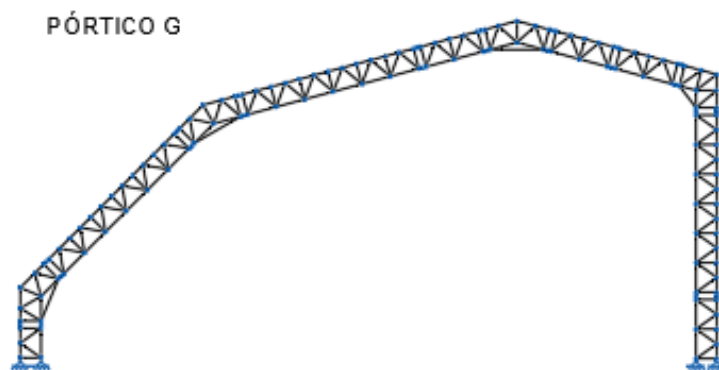


Ilustración 7: Pórtico G realizado con celosías de Hakitec750. Fuente: AutoCAD

- Pórtico H:

- 1 celosía de 1,25 m.
- 3 celosías de 2,25 m.

- 2 celosías de 6,25 m.
- 2 ángulos en celosía de 15°.
- 1 ángulo en celosía de 22,5°.
- 1 ángulo en celosía de 37,5°.

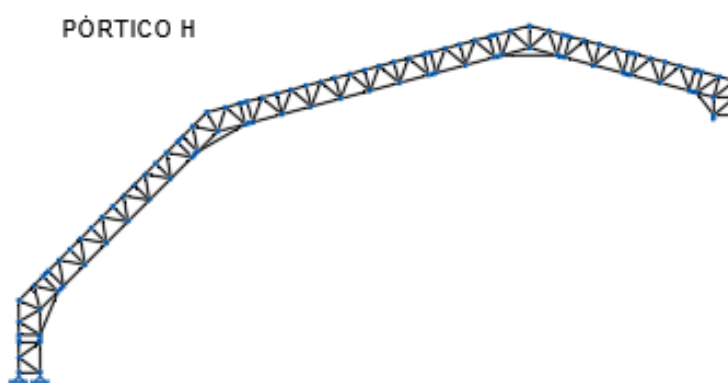


Ilustración 8: Pórtico H realizado con celosías de Hakitec750. Fuente: AutoCAD

Para realizar las uniones entre todos los elementos de Hakitec de los pórticos se utiliza un elemento tubular hueco con cuatro perforaciones, dos para cada elemento, ya que cada pieza de Hakitec tiene dos perforaciones en sus extremos. Este elemento tubular se presenta en la unión y en las perforaciones se introduce un pasador de resorte, el cual se puede apreciar en la ilustración 8, este pasador tiene una dimensión de 12 mm y al ser introducido en la perforación se cierra para que no pueda soltarse. En cada unión entre dos piezas de Hakitec se necesitan 2 elementos tubulares y 8 pasadores de resorte.

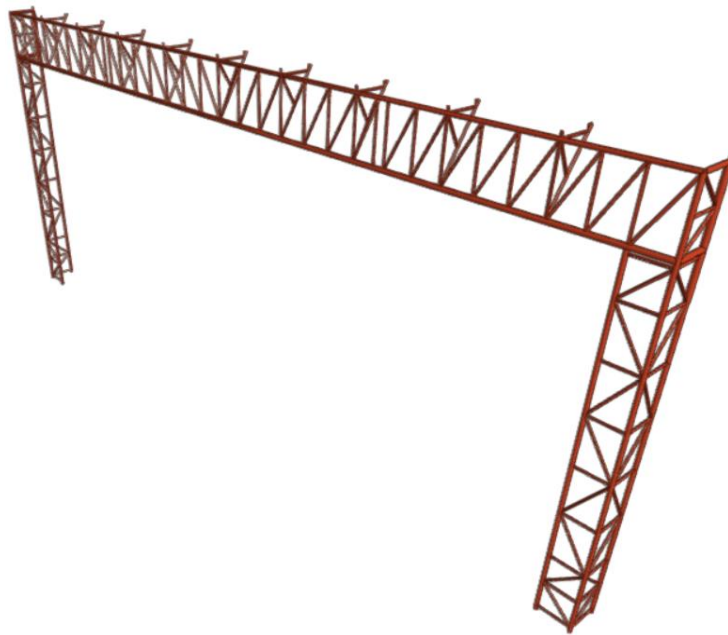


Ilustración 9: Elementos de unión de Hakitec. Fuente: Hakitec750

Se pueden ver los planos E-1.Perspectiva de la estructura metálica y E-3.Estructura-Pórticos.

❖ Pórtico frontal:

Este pórtico como su nombre indica se sitúa en la parte frontal de la estructura metálica. Se ha creado por el requisito de que la parte central de la plaza ha de poder visualizarse desde el balcón del Ayuntamiento, por lo que era necesario dejar esta parte central abierta sin ningún obstáculo, la manera de realizarlo fue apoyando los Pórticos G en este pórtico frontal. Además, este pórtico también era necesario debido a las escaleras centrales que hay justo en esta zona por lo que no se pueden apoyar pilares encima de esta, debido a estas restricciones el pórtico tiene las dimensiones siguientes.

**Ilustración 10: Perspectiva del pórtico frontal. Fuente: CYPE 3D**

Es un pórtico adintelado de un vano en celosía, este tiene una altura de pilares de 7 m, una luz de 20 m, y una altura entre el cordón superior e inferior de la viga en celosía de 1,2 m. Por lo que la altura total del pórtico es de 8,2 m. Además de ser un pórtico simétrico.

Los soportes en celosía del pórtico son verticales y la distribución en planta de los soportes es en forma de L, es decir, se tiene un soporte en celosía y otro en su extremo perpendicular a este, generando de esta manera una mayor estabilidad en las dos direcciones.



Ilustración 11: Detalle de la forma del Soporte del Pórtico frontal. Fuente: CYPE 3D

La viga del pórtico tiene una longitud total de 20 m, pero esta está dividida en 3 piezas para que se pueda transportar y montar de manera mas sencilla. Se ha dividido en tres para que las dos uniones no estuvieran en el centro de la viga en celosía, sino próximo a los puntos de momento nulo. Hay dos piezas iguales pero inversas que son las que están en los dos extremos con una longitud de 5,4 m y luego se encuentra la pieza central de una longitud de 9 m. Posicionando las uniones a una distancia de 4,5 m de la zona central de la viga. Las piezas de los extremos además hacen un ángulo de 90° justo en los pilares, para apoyar de esta manera los dos pórticos que llegan en esos dos puntos y distribuir la carga a los dos pilares.

La disposición de las barras de la celosía se ha realizado en función de las distancias que se tenían, ya que había barras que no se podían modificar de sitio, como en los soportes, donde se tiene dos líneas de correas, y en la viga donde se sitúan los apoyos de los pórticos cada 2 metros, además de las uniones entre piezas.

Estas dos uniones entre los tres elementos de la viga se realizarán utilizando el mismo método que se utiliza en Hakitec, pero para estas dimensiones de perfiles tubulares. Que sería empleando una pieza tubular con cuatro perforaciones, además en cada pieza se tendrá dos perforaciones también, y se presentaría la pieza tubular entre los dos elementos e introduciendo por cada perforación el

pasador de resorte. En cada unión entre elementos en celosía hay 2 piezas tubulares y 8 pasadores de resorte.

La unión entre la viga y cada uno de los soportes se realizará mediante doble placa de testa de forma triangular. La placa inferior ira soldada al soporte y la superior a la viga, y estas estarán unidas entre sí mediante una unión atornillada, de cuatro tornillos por cada lado de métrica 10, es decir un total de 12 tornillos.

En este pórtico se apoyarán 11 pórticos de los Pórticos H, dos de ellos se apoyarán en el ángulo de 90° que hace la viga, pero el resto de pórticos se apoyaran a lo largo de la viga en ménsulas trianguladas. Que se encuentran hacia detrás de la viga en cada punto donde apoya uno de esos pórticos, que es cada 2 metros. Hay un total de 9 ménsulas apoyadas en el pórtico frontal cuya función es distribuir las cargas de los pórticos H al pórtico frontal.

Para poder realizar la unión entre este pórtico y los Pórticos H creados con los elementos de Hakitec, se ha situado justo donde se apoyarán los pórticos H una barra de unión como la de los elementos de Hakitec, con el mismo tamaño de 48,3 mm de diámetro y 3,6 mm de espesor, para poder realizar la unión con el mismo sistema que utiliza Hakitec para sus uniones anteriormente explicado.

Todo el pórtico utiliza perfiles tubulares huecos, las dimensiones de las barras de las celosías interiores son de 51 mm de diámetro y de 2,6 mm de espesor, en los cordones de los extremos de los dos pilares de las celosías se tienen unos perfiles de diámetro 82,5 mm y de espesor 3,2 mm. Además, en la viga el cordón superior de la celosía y las dos verticales de los extremos justo antes de realizar el giro de 90° son de diámetro 82,5 mm y de espesor 3,2 mm, y las dimensiones del cordón inferior de la viga y las dos verticales de los extremos de la viga después de realizar el giro de 90° son de 101,6 mm de diámetro y 3,6 mm de espesor. Y las dos diagonales de los extremos de la viga son de 54 mm diámetro y 2,6 mm de espesor. Se puede apreciar en el plano E-5.Estructura-Pórtico frontal y uniones.

Aumentar la distancia entre el cordón superior e inferior de la viga en celosía, se realiza para disminuir el par de fuerzas. Además de utilizar perfiles mayores para este pórtico. Todo esto es necesario porque este se encargará de soportar los 11 pórticos que se apoyan en él, por lo que tendrá que resistir una carga mayor que cualquier otro pórtico de la estructura.

Para conocer su disposición y características ver planos E-1.Perspectiva de la estructura metálica y E-4.Estructura-Pórtico frontal y uniones.

9.2.2 CUBIERTA

La cubierta de la estructura metálica será de tres aguas. Las dimensiones de los faldones de la estructura son de 44 x 7 m, 44 x 11 m y 44 x 8,75 m, medidos en proyección horizontal, cuyo sentido de mención es del faldón más próximo a la parte frontal de la estructura hacia la parte trasera de esta.

El primer faldón, que es el más próximo a la cara frontal se dispone en una inclinación de 15°, que al llegar a la cumbrera comienza el segundo faldón con una inclinación de 15° y por último el tercer faldón con una inclinación de 45°.

Para conocer su disposición y características ver plano E-6.Estructura-Arriostramientos cubierta 1.

9.2.3 ARRIOSTRAMIENTOS

❖ Cruces de San Andrés:

Se han aplicado arriostramientos en las dos direcciones principales en la cubierta y en los laterales en una dirección, esto se ha realizado para rigidizar la estructura limitando los desplazamientos. Destinado a absorber parte de la carga horizontal del viento.

Los arriostramientos se han realizado con Cruces de San Andrés, empleando tirantes redondos de radio 10 principalmente y de radio 15 en menor cantidad.

La fachada frontal y trasera de la estructura se ha arriostrado verticalmente en cuatro espacios entre dos pórticos, dos de ellos en los extremos de la estructura y los otros dos justo donde empieza el pórtico frontal.

En la cubierta se ha arriostrado horizontalmente en las dos direcciones, en la dirección transversal en cuatro espacios (que son los mismos que en las verticales), y en la dirección longitudinal se ha arriostrado en otros cuatro espacios, que son los dos extremos de la cubierta y los dos externos del paño central.

Para conocer su disposición y características ver planos E-5.Estructura-Arriostramiento laterales y E-6.Estructura-Arriostramientos cubierta 1.

❖ Arriostramiento longitudinal:

La estructura se ha arriostrado longitudinalmente mediante unos elementos de Hakitec750. Estos elementos son de perfiles tubulares huecos de 48,3 mm de

diámetro y 3,6 mm de espesor, y constan de un cordón horizontal superior y otro inferior y entre medio de estos con tres barras verticales.

Los arriostramientos longitudinales en la cubierta se diferencian en dos tipos, uno son los que están en los tramos rectos de los paños de la cubierta (estos elementos tienen una separación entre barras distintas), y los otros son los que están en los ángulos que separan los diferentes paños (estos tienen una separación entre barras uniforme), además tienen diferente altura entre cordón superior e inferior dependiendo del ángulo que sea.



Ilustración 12: Elementos de arriostramiento longitudinales en la cubierta. Fuente: CYPE 3D

En la fachada frontal se ha arriostrado longitudinalmente con dos barras horizontales sin ninguna barra entre estas, esto se ha realizado para obtener el menor número de barras posibles en la fachada y de esta manera sea más sencilla la visibilidad a la plaza. Además se ha situado una barra longitudinal en la parte superior de la fachada para limitar el desplazamiento en esa zona.

Para conocer su disposición y características ver planos E-5.Estructura-Arriostramiento laterales, E-6.Estructura-Arriostramientos cubierta 1 y E-6.Estructura-Arriostramientos cubierta 2.

10 ACCIONES

Las acciones que se han tenido en cuenta para el cálculo de la estructura son las siguientes:

10.1 ACCIONES PERMANENTES

- ❖ Peso propio: El peso propio de la estructura lo calcula el CYPE 3D teniendo en cuenta todas las barras, el tipo de perfil y el material seleccionado para la estructura. En este caso son de Acero S275 y perfiles tubulares huecos de varias dimensiones.

- ❖ Peso propio del material textil: El material textil es obtenido del catálogo de Hakitec750, este tiene un peso superficial de $0,0061 \text{ KN/m}^2$. Debido al valor tan insignificante que supone esta acción se ha despreciado. Además, de esta manera se está del lado de la seguridad ya que esta acción está en sentido contrario a la acción de succión que es la más desfavorable.

10.2 ACCIONES VARIABLES

- ❖ Sobrecarga de uso: Se ha calculado a partir del *Documento Básico SE-AE*, obtenido de la tabla 3.1, designando la categoría de uso de la cubierta como una cubierta accesible únicamente para conservación, y como subcategoría de uso como Cubierta ligera sin forjado, se obtiene un valor superficial de $0,4 \text{ KN/m}^2$.
- ❖ Acción humana: No se tiene en cuenta la posibilidad del comportamiento inadecuado de las personas frente a la estructura, ya que esta estará situada dentro de la plaza donde solo tendrá acceso el personal de trabajo de la realización de la alfombra. Además, toda la plaza esta rodeada de una balaustrada y el paso está cortado con vayas para cualquier persona que no sea un trabajador.
- ❖ Nieve: Se calculó según el *Documento Básico SE-AE*, y se modificó con la Norma *UNE-EN 13782: 2016, Estructuras temporales, Carpas y Seguridad*.

Según el *Documento Básico SE-AE*:

El cálculo de nieve viene dado por la ecuación: $q_n = \mu \cdot s_k$

De la tabla 3.8 se obtiene s_k que es el valor característico de la carga de nieve sobre el terreno horizontal, y seleccionando Tenerife se consigue una $S_k = 0,2 \text{ KN/m}^2$.

El coeficiente de forma de la cubierta μ depende del ángulo, por lo que para los faldones de ángulo 15° se obtendrá un valor y para el faldón de ángulo 45° se obtendrá otro.

Para el faldón de Angulo 15° , el valor de $\mu = 1$, ya que es una inclinación inferior a 30° .

Para el faldón de 45° , se tiene que hacer una interpolación lineal entre el ángulo 30° con $\mu = 1$, y el de 60° con $\mu = 0$. De esta manera se

obtiene un $\mu=0,5$, como El ángulo de 45° esta justo en medio de los dos ángulos de la interpolación el μ es la mitad de los dos valores también.

Por lo que se obtiene un los siguientes valores de carga de nieve superficial:

$$\alpha = 45^\circ \rightarrow \underline{q_n} = \mu * s_k = 0,5 * 0,2 = \underline{0,1 \text{ KN/m}^2}.$$

$$\alpha = 15^\circ \rightarrow \underline{q_n} = \mu * s_k = 1 * 0,2 = \underline{0,2 \text{ KN/m}^2}.$$

Al realizar este cálculo en el *Documento Básico SE-AE*, se calcula para una vida útil de 50 años, pero en este caso será un periodo de tres meses máximo por lo que se considera estructura temporal, y se puede utilizar la Norma *UNE-EN 13782: 2016, Estructuras temporales, Carpas y Seguridad*. En donde menciona que para carpas la carga de nieve no es necesario tenerlo en cuenta si, están montadas en áreas donde no hay probabilidad de nieve o si se utilizan en una época del año donde la probabilidad de nieve se puede despreciar. En este caso la ubicación de la plaza es una zona donde la probabilidad de nieve es nula, ya que está a una cota muy baja, y la época del año en la que se utilizará la carpa es de primavera-verano.

Por lo que la carga de nieve se desprecia. Es decir, es nula.

❖ Viento: En un principio se calculó según el *Documento Básico SE-AE* y el *Eurocódigo*, pero como explique en el apartado de nieve, estos dos hacen referencia a una estructura con vida útil de 50 años, y en este caso se utilizará por un periodo de 3 meses al año, por lo que se puede considerar estructura temporal, y se puede utilizar la Norma *UNE-EN 13782: 2016, Estructuras temporales, Carpas y Seguridad*. Por lo que el cálculo final del viento fue realizado con esta norma de estructuras temporales.

➤ Según el *Documento Básico SE-AE* y el *Eurocódigo*, la acción del viento más desfavorable una vez calculada era la siguiente:

- La presión dinámica: se ha seleccionado el valor general para España de $q_b = 0,5$.
- Coeficiente de exposición C_e :

Se calcula un coeficiente de exposición para cada paño, uno para el de inclinación 45° , otro para el 1° paño con inclinación de 15° (es el paño central) y otro para el 2° paño con inclinación de 15° .

La categoría es de zona urbana en general (IV), y con la altura de barlovento, de la tabla 3.4 se obtiene el C_e . Se necesita hacer en cada caso una interpolación para sacar el valor exacto de la tabla.

$$A = 45^\circ \rightarrow \text{Altura de barlovento es } 5,59 \text{ m} \rightarrow C_e = 1,39$$

$$1^\circ \alpha = 15^\circ \rightarrow \text{Altura de barlovento es } 10,11 \text{ m} \rightarrow C_e = 1,77$$

$$2^\circ \alpha = 15^\circ \rightarrow \text{Altura de barlovento es } 10,64 \text{ m} \rightarrow C_e = 1,81$$

- Coeficiente eólico de presión C_p :

Se ha realizado una aproximación de la forma de la estructura a una marquesina a dos aguas, ya que esta forma es la que más se aproxima a la estructura de este trabajo, dentro de las posibilidades que te ofrece el Eurocódigo.

En la tabla 10.3.2, se necesita el ángulo de la cubierta, como en este caso un faldón tiene una inclinación de 45° y en la tabla solo aparece hasta 30° , se utiliza este ángulo ya que es el mayor que se puede seleccionar, y para los otros dos faldones sí que se utiliza el ángulo de 15° .

Se ha decidido realizar estas aproximaciones ya que parecen las mas adecuada para la estructura planteada.

Este factor depende de la dirección y sentido del viento, en este caso se han tenido que calcular en tres diferentes, que han sido el viento cuando impacta por la parte trasera de la estructura, cuando viene de la parte frontal de la estructura y cuando va en el lateral. En este caso al realizar los cálculos se comprobó que la más desfavorable es cuando el viento va en sentido y dirección hacia la parte frontal de la estructura, por lo que se va a desarrollar ese cálculo únicamente.

Se tiene que calcular el bloqueo φ :

Este se ha calculado con la siguiente ecuación: $\varphi = A_o/A_e$, donde el A_o es el área obstruida que impide el paso del viento, y el A_e es el área de entrada del viento por debajo de la estructura.

$$\varphi = A_o/A_e = 309,575/416,325 = 0,74$$

El valor recomendado para la densidad es de $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$. Y el valor de la velocidad básica de la zona es de $V_b = 29 \text{ m/s}$. Por lo que se obtiene un valor de $q_b = 0,52 \text{ KN/m}^2$.

- El factor de exposición $C_e(z)$:

Para terreno llano el $C_o = 1$, ya que las velocidades al no tener inclinación el terreno son iguales. $C_o = V_m/V_{mf}$, donde V_{mf} es la velocidad media del viento en terreno llano y V_m es la velocidad media del viento a una altura z .

Se obtiene de la tabla 4.1 la categoría de terreno, que en este caso se consideró Categoría III, la cual está designada para villas.

Se obtienen las tres alturas máximas de cada paño, en este caso hay dos paños que poseen la misma altura máxima que son los de 15° de inclinación con una altura máxima de $z = 11,5 \text{ m}$. Y para el paño con inclinación de 45° se tiene una altura máxima de $z = 8,6 \text{ m}$.

A partir del valor $C_o = 1$ se puede ir a la figura 4.2, y con la Categoría de terreno y la cota máxima se obtiene el coeficiente de exposición.

Para: $\alpha = 45^\circ \rightarrow [z = 8,6 \text{ m}; \text{ categoría III}]: C_e(z) = 1,6$

$\alpha = 15^\circ \rightarrow [z = 11,5 \text{ m}; \text{ categoría III}]: C_e(z) = 1,78$

- Se calcula la velocidad de pico:

$\alpha = 45^\circ \rightarrow q_p = 1,6 * 0,52 = 0,832 \text{ KN/m}^2$.

$\alpha = 15^\circ \rightarrow q_p = 1,78 * 0,52 = 0,9256 \text{ KN/m}^2$.

Se vuelve a la Norma *UNE-EN 13782: 2016*, donde dice que se puede aplicar un factor reductor de 0,7 a los valores obtenidos de q_p .

$\alpha = 45^\circ \rightarrow q_p = 0,7 * 0,832 = 0,5824 \text{ KN/m}^2$.

$\alpha = 15^\circ \rightarrow q_p = 0,7 * 0,9256 = 0,6479 \text{ KN/m}^2$.

El coeficiente de presión C_p se obtiene del apartado 7.4.2.3, donde el de presión es de $C_{pp} = 0,3$, y el de succión es de $C_{ps} = -0,7$.

La presión de viento superficial que actúa en la estructura se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\alpha = 45^\circ \rightarrow \text{Presión: } q_e = 0,5824 * 0,3 = 0,1747 \text{ KN/m}^2.$$

$$\text{Succión: } q_e = 0,5824 * -0,7 = -0,4077 \text{ KN/m}^2.$$

$$\alpha = 15^\circ \rightarrow \text{Presión: } q_e = 0,6479 * 0,3 = 0,1944 \text{ KN/m}^2.$$

$$\text{Succión: } q_e = 0,6479 * -0,7 = -0,4535 \text{ KN/m}^2.$$

Estos son los valores finales de presión de viento utilizados para el cálculo de la estructura.

10.3 ACCIONES ACCIDENTALES

- ❖ Sísmica: Se ha realizado con la Norma *UNE-EN 13782: 2016, Estructuras temporales, Carpas y Seguridad*. De donde se obtiene que las fuerzas sísmicas se pueden no considerar debido a la flexibilidad y al poco peso de la carpa.

11 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Se han considerado las siguientes normas: Para cimentación la EHE-08, y para el acero CTE DB SE-A.

La categoría de uso es G1, es decir, es una cubierta accesible únicamente para mantenimiento, por lo que es no concomitante con el resto de acciones.

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

- ❖ **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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
Persistente o transitoria (G1)				

	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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
Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000

❖ Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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
Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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

❖ Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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
Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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

12 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Se han considerado la siguientes normas: Para cimentación la EHE-08, y para el acero CTE DB SE-A.

La categoría de uso es G1, es decir, es una cubierta accesible únicamente para mantenimiento, por lo que es no concomitante con el resto de acciones.

La presión de succión y la de presión son no combinables.

❖ 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 (en este caso no se tiene)

Q_k : Acción variable

g_G : Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

g_P : Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado (no se tiene)

$g_{Q,1}$: Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$g_{Q,i}$: Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$y_{p,1}$: Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$y_{a,i}$: Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

❖ Combinaciones

➤ Nombres de las hipótesis

PP → Peso propio

Q 1 → Q 1

Viento presión → Viento presión

Viento succión → Viento succión

➤ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	Q 1	Viento presión	Viento succión
1	1.000			
2	1.600			
3	1.000		1.600	
4	1.600		1.600	
5	1.000			1.600
6	1.600			1.600
7	1.000	1.600		
8	1.600	1.600		

➤ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	Q 1	Viento presión	Viento succión
1	0.800			
2	1.350			
3	0.800		1.500	
4	1.350		1.500	
5	0.800			1.500
6	1.350			1.500
7	0.800	1.500		
8	1.350	1.500		

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	Q 1	Viento presión	Viento succión
1	1.000			
2	1.000		0.500	
3	1.000			0.500

➤ Tensiones sobre el terreno y Desplazamientos

Comb.	PP	Q 1	Viento presión	Viento succión
1	1.000			
2	1.000		1.000	
3	1.000			1.000
4	1.000	1.000		
5	1.000	1.000	1.000	
6	1.000	1.000		1.000

La combinación más desfavorable es la combinación entre el peso propio y la succión del viento, ya que la succión del viento tiene el valor de carga más alto, y encima posee el mismo coeficiente de seguridad que los demás.

No hay ningún caso donde se combinen las cargas variables, ya que la sobrecarga de uso es no concomitante y la presión y la succión del bien son no combinables.

13 MODELO DE CÁLCULO

13.1 ESTUDIO CIMENTACIÓN

13.1.1 ZAPATAS

Las zapatas se han realizado como zapatas rectangulares centradas con varios arranques, ya que al realizar las zapatas individuales hubiera sido recomendable unirlos mediante vigas de atado, y al ser unas distancias tan pequeñas, se decidió realizar las zapatas continuas agrupando a varios de los apoyos juntos. Para conseguir una mayor estabilidad sin necesidad de vigas de atado. Y se ha decidido no superar una longitud de zapata de 10 m, por eso la cantidad máxima de arranques en una zapata es de 10, que son 5 pórticos con una separación entre los dos pórticos externos de 8 m. Y el resto de zapatas son inferiores como se han especificado anteriormente con 8 y 7 arranques.

Además, estas zapatas han sido comprobadas a deslizamiento y no requieren atarlas entre sí.

Otra opción de cimentación que se podría plantear es realizar todas las zapatas continuas, es decir, todas unidas fundamentalmente por facilidad constructiva, ya que la distancia entre zapata y zapata es corta.

Al realizar el cálculo de la cimentación, esta cumplió con las dimensiones especificadas en el apartado de descripción de la solución estructural y en los planos de cimentación C-1 y C-2.



Ilustración 13: Comprobación del cálculo de la cimentación. Fuente: CYPE 3D

13.1.2 PLACAS DE ANCLAJE

Las placas de anclaje inicialmente fueron dimensionadas con las correspondientes comprobaciones necesarias, las cuales se dividieron en varios tipos, por lo que se realizó una igualación entre todas las placas de anclaje que estuvieran en los pórticos de Hakitec para que estas quedaran todas iguales y simplificara la resolución. Luego se igualaron las 6 placas de anclaje que faltaban que son las que corresponden al pórtico frontal. De esta manera se obtuvieron dos tipos de placas de anclajes, aproximadas siempre a la placa más restrictiva de todas las calculadas.

En las placas tipo 2, que corresponden a las 6 del pórtico 7 frontal, apareció una incongruencia en el diseño del CYPE 3D, ya que la placa tenía 8 pernos, 4 en cada esquina y otros 4 en cada cara, pero por donde estaban los pernos en medio de las caras también estaban ubicadas los rigidizadores, por lo que se tuvo que tomar una decisión para solventar esto, la cual fue modificar la placa y quitarle los cuatro pernos que estaban en medio de las caras para que no interfiriera con los rigidizadores.

Al calcular la placa de anclaje esta no cumplía en varias comprobaciones, por lo que se aumentó el diámetro de los pernos de 10 mm a 16 mm, y además se tuvo que aumentar la longitud de anclaje de 30 cm a 40 cm para hacer que cumpliera a todas las comprobaciones. Para los pernos con el diámetro de 14 mm también cumplía, pero como este diámetro no se comercializa en España se decidió aumentar a diámetro 16 mm que si se comercializa.

13.2 ESTUDIO ESTRUCTURA METÁLICA

En un primer lugar se intentó abordar la estructura completa, pero debido a la complejidad de esta se observó que esta manera no era la indicada para realizar los cálculos ni las comprobaciones, ya que cuando algún elemento de la estructura no cumplía con alguna comprobación de seguridad, era casi imposible obtener el motivo por el cual dicha comprobación no cumplía, por lo que se decidió realizar el estudio de la estructura por partes. Es decir, desglosar la estructura para que se pudiera calcular parte por parte de la misma, y de esta manera poder saber de manera mas sencilla el motivo por el cual la comprobación del elemento no cumplía y poder corregir lo de la manera adecuada en función de este.

Para poder realizar el estudio por partes se necesita obtener las cargas a las que está sometido cada elemento de la estructura que se va a estudiar de forma individual, por lo que en un principio se necesito calcular las acciones a las que estará sometida toda la estructura y posteriormente llevar dichas cargas a los puntos donde se realizará el estudio.

Orden y partes en las que se ha realizado el estudio de la estructura:

13.2.1 PÓRTICO HAKITEC:

En un primer lugar se han estudiado los dos tipos de pórticos de Hakitec. Primero el pórtico completo, el cual es el que tiene los dos apoyos en el suelo y en segundo lugar que el tiene un apoyo en el suelo y el otro en la viga del pórtico frontal.

Las nudos empleadas en los dos pórticos son idénticos, en los apoyos de los pórticos se han realizado con apoyos rígidos, para impedir el desplazamiento, pero no el giro. Por otro lado, en las nudos que están en el cordón superior e inferior de la celosía se les ha asignado como nudos empotrados, para que de esta manera el cordón superior e inferior se comporte cada uno como una única barra, ya que en realidad los cordones superiores e inferiores son barras enteras en cada una de las piezas de Hakitec, y estas están unidas entre si de forma que impida el desplazamiento y el giro. En el interior de la celosía, esta está formada por barras perpendiculares a los cordones superiores e inferiores y barras inclinadas, creando formas trianguladas en todo momento, por lo que estas barras se han considerado

articuladas en sus dos extremos, ya que al disponer de la forma triangulada esto consigue que no se realicen mecanismos, aunque estén articuladas las barras en sus dos extremos. Las únicas barras del cordón inferior de la celosía que si se han considerado articuladas en sus dos extremos son las dos barras que están justo en los 4 ángulos que posee el pórtico, ya que debajo de cada ángulo se ubica una barra rigidizadora, la cual está también articulada en sus dos extremos ya que estas tres barras crean una forma triangulada también. Además, de esta manera se consigue que la celosía únicamente trabaje a tracción y compresión en todas sus barras del pórtico.

Para los estudios de estos dos pórticos se han utilizado las mismas cargas aplicadas ya que están sometidos a las mismas condiciones. En este caso se han aplicado las cargas de forma lineal sobre el cordón superior de la celosía en los tres tramos de la cubierta, por lo que se han multiplicado las cargas superficiales calculadas (explicadas y enumeradas en el apartado de Acciones) por el ancho tributario de los pórticos.

❖ Pórtico G Hakitec:

Los pórticos de los extremos poseen un ancho tributario menor que en los pórticos centrales, ya que a estos dos pórticos de los extremos únicamente se les transmite la carga por un lado, mientras que en los pórticos internos se les transmite la carga por ambos lados, y debido a este motivo se ha decidido calcular todos los pórticos con el ancho tributario de los intermedios, ya que de esta manera se han realizado los cálculos en el caso más desfavorable.

En un primer lugar se ha calculado el pórtico con una separación entre pórticos de 3,05 m, es decir con un ancho tributario de 3,05 m por pórtico. Esta separación entre pórticos es la mayor separación que te ofrece Hakitec para sus estructuras. Al realizar el cálculo junto a las comprobaciones se observaron que varias de las barras de las estructuras no cumplían a tracción y otras a compresión, además se podía apreciar que las barras que más solicitadas estaban eran las que estaban más próximas a los acoples entre piezas de Hakitec, ya que estas son las que no cumplían por una diferencia bastante superior al resto. También en algunas barras cercanas a los acoples se podía apreciar la aparición de un momento flector, debido a que en la zona de los acoples no está creada la forma triangular de la celosía y esto produce que se puedan generar algún momento flector local, provocando que ciertas barras tampoco cumplieran a la resistencia de axil y flexión combinados.

Para solventar estos problemas se tomaron tres decisiones respecto a los problemas para poder solventarlos:

- En primer lugar, se comprobó que las combinaciones realizadas por CYPE 3D estuvieran bien realizadas. Que en este caso sí que lo

estaban porque la más desfavorable que es con la que se realizan los cálculos estaba correcta.

- En segundo lugar, se optó por volver a calcular la carga del viento, pero no por el *Eurocódigo*, ni por el *Documento Básico SE-AE de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación*, sino por la norma *UNE-EN 13782: 2016, Estructuras temporales, Carpas y Seguridad*. La cual la podemos utilizar debido a que esta estructura no va a estar siendo utilizada 50 años, como dice el *Eurocódigo* y el *Documento Básico SE-EA*, sino que será un periodo de tres meses máximo por lo que se considera estructura temporal, y se puede calcular la acción por esta norma, para así disminuir la carga de viento de succión, que es la que más carga está aportando (el cálculo y la explicación entera está en el apartado de acciones).
- Además, se comprobó si para la acción de la nieve, la cual parecía excesiva para este caso, había alguna modificación en la norma *UNE-EN 13782: 2016, Estructuras temporales, Carpas y Seguridad*. Y debido a la localización en la que está ubicada la plaza, que no es una zona que pueda nevar, y además el periodo de tiempo de utilización es en primavera-verano, se podía despreciar esta acción (el cálculo y la explicación entera está en el apartado de acciones).

A continuación, se realizó el nuevo cálculo y las comprobaciones con los cambios planteados, pero aun así se podían apreciar varias barras que no cumplían con las comprobaciones, como anteriormente mencionadas, pero con un error de porcentaje menor. Para solucionar estos problemas que seguían surgiendo se plantearon varias soluciones, de las cuales solo se podía realizar una de ellas. Las soluciones planteadas al problema fueron las siguientes:

- Aumentar los perfiles de la estructura. Esto no se pudo llevar a cabo ya que los elementos de la empresa Hakitec solo están disponibles con las dimensiones ya establecidas.
- Aumentar la distancia entre el cordón superior e inferior de la celosía para que el par de fuerzas se redujera. Esto no fue posible debido a que las estructuras de Hakitec tienen unas dimensiones estándares.
- Disminuir la longitud de alguna barra para evitar el pandeo a compresión. Pero esto tampoco se pudo realizar, ya que no se podía añadir más barras internas en la celosía o modificar la celosía ya que son piezas estándares como mencioné anteriormente.
- Disminuir la distancia entre pórticos. Esta fue la única que, si se pudo realizar, ya que únicamente con el cambio en las cargas no fue

suficiente. Esta fue la última opción en ser considerada ya que disminuir la distancia entre pórticos significaba aumentar el número de pórticos para cubrir la misma área. Pero fue necesario realizar el cambio, por lo que se redujo de 3,05 m a 2,25 m.

Una vez realizado dicho cambio se volvió a calcular la estructura con el nuevo ancho tributario que en este caso sería de 2,25 m, provocando que las cargas lineales sobre los pórticos disminuyeran, esto llevo consigo que las solicitaciones en las barras disminuyeran drásticamente, pero no se consiguió que toda la estructura cumpliera a todas las comprobaciones, por lo que se decidió disminuir la distancia entre pórticos a 2 m, ya que el porcentaje de error en las barras las cuales no cumplían eran tan pequeños que con este cambio se podría solucionar. Al realizar nuevamente el cálculo se comprobó que ahora sí que cumplían todas las barras del pórtico, excepto una con un porcentaje de error de resistencia de 0,03%, esta es la que está justo en el apoyo de la derecha, la cual al ser un porcentaje tan mínimo se ha dado por valido debido a que los coeficientes de seguridad utilizados dejan pasar este porcentaje de error.

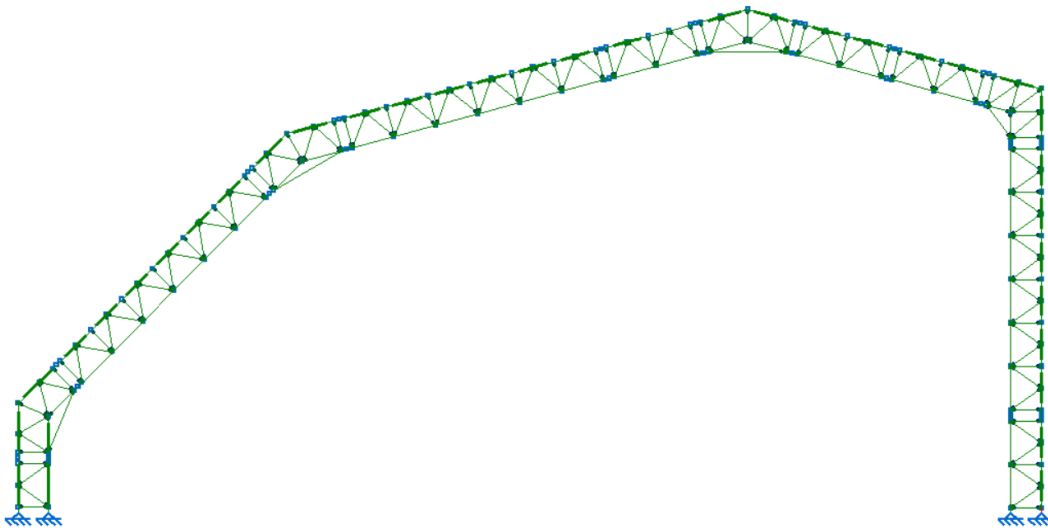


Ilustración 14: Comprobación de cálculo del Pórtico G. Fuente: CYPE 3D

❖ Pórtico H Hakitec:

Este pórtico se ha estudiado después de calcular y comprobar el Pórtico G, por lo que directamente se ha estudiado con las cargas de nieve y viento recalculadas, y con el cambio en la separación entre pórticos a 2 m, el cual genera un ancho tributario de 2 m en todos los pórticos de este tipo. La diferencia es que este pórtico esta apoyado en una viga a una cierta altura, como se puede apreciar en la ilustración X.

Al calcular este pórtico con todas las características mencionadas anteriormente se observa que este cumple completamente a todas las comprobaciones necesarias, como era de esperar, ya que este pórtico es muy similar al anteriormente calculado.

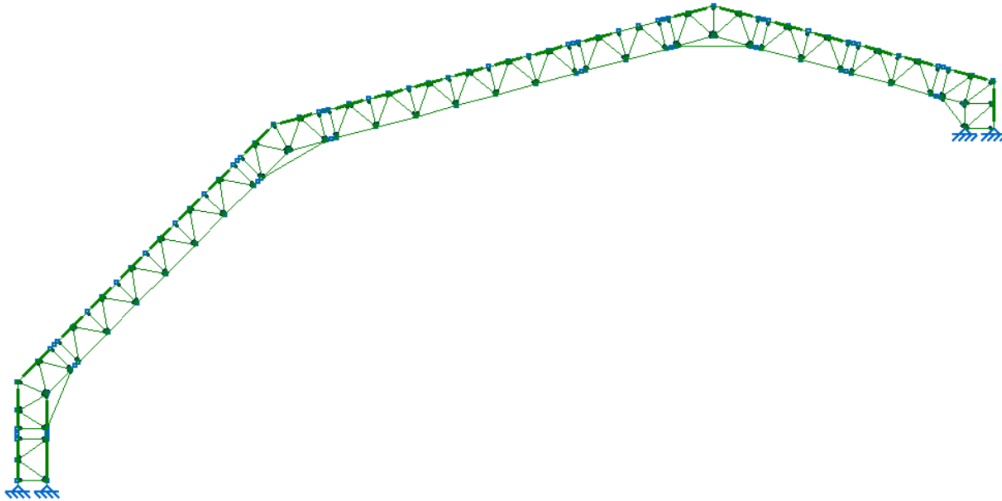


Ilustración 15: Comprobación de cálculo del Pórtico H. Fuente: CYPE 3D

13.2.2 ARRIOSTRAMIENTOS

Para comprobar el comportamiento de los arriostramientos introducidos en la estructura, se realizó en primer lugar el arriostramiento entre tres pórticos para comprobar que con las decisiones tomadas para los pórticos Hakitec, se cumplieran todas las comprobaciones de seguridad en estos. Ya que como comenté anteriormente en el apartado de descripción de la estructura, esta estructura posee arriostramientos horizontales en cubierta y verticales en las fachada con Cruces de San Andrés, y además otros arriostramientos longitudinales.

AL realizar el cálculo se comprobó que la estructura cumplía todas las comprobaciones de seguridad en los elementos de arriostramiento, y en los pórticos calculados ya anteriormente como era de esperar seguían cumpliendo. Hasta incluso cumpliendo la barra del apoyo que no cumplía por un 0,03%, esto es debido a la unificación de la estructura y como se reparten las cargas con los arriostramientos.

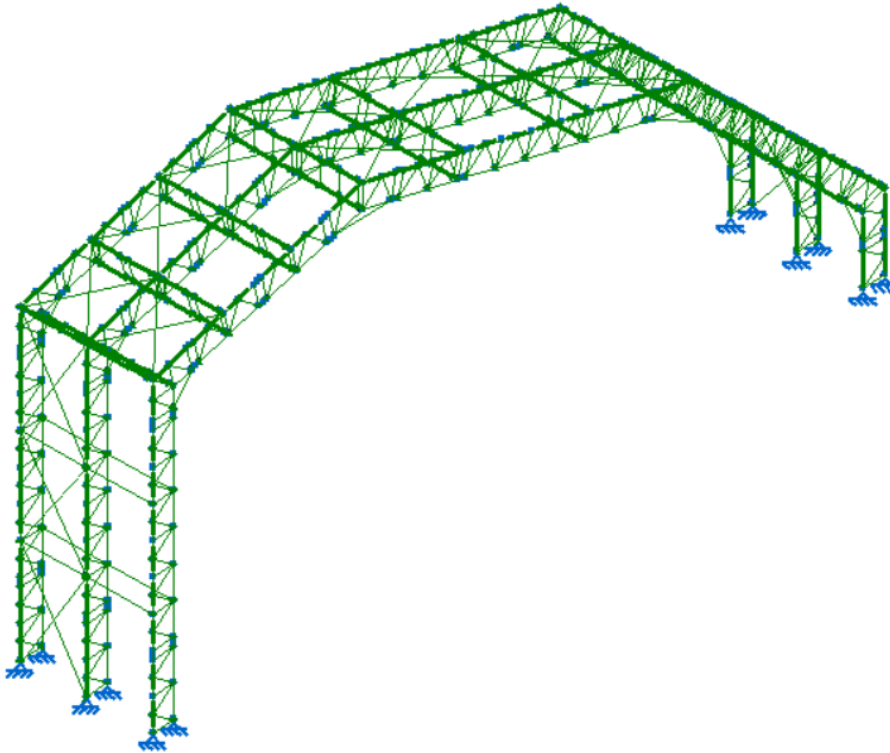


Ilustración 16: Comprobación de cálculo de los arriostramientos parcial. Fuente: CYPE 3D

A continuación, se colocaron todos los pórticos, que son un total de 23 pórticos y se arriostró completamente la estructura, de esta manera se comprobó si a nivel general cumplía tanto los pórticos como los arriostramientos, aunque como individualmente han cumplido, estos deberían de cumplir de manera global de la misma manera. Lo único que como aun no se ha realizado el pórtico frontal, los Pórticos H Hakitec, que son los que se apoyaban encima de la viga de ese pórtico no se han introducido, y en su lugar se han puesto los Pórtico G, que son iguales a los que esta reemplazando, pero con la diferencia de que esto llegan hasta el suelo. Se tomo esta decisión porque si no en la parte frontal de estructura no se podrían a ver situado las Cruces de San Andrés verticales en las zonas centrales, y como en esta comprobación se quería averiguar el comportamiento de todos los arriostramientos de la estructura de forma global se toma esta decisión.

Al realizar el cálculo se comprueba que toda la estructura de los arriostramientos cumple con las comprobaciones realizadas. Aunque observando la estructura de los pórticos (en este caso no se está comprobando estos elementos), se observa que hay unas barras que no cumplen a una comprobación con un porcentaje de error la más alta de 0,016%, y el resto con un porcentaje alrededor de 0,006%. Estos porcentajes de error tan bajos se pueden obviar, ya que como mencione antes son muy insignificantes y al haber realizado el cálculo y la comprobación individualmente y comprobar que cumple se puede decir que esta

estructura cumple totalmente hasta este momento. Ya que aun queda añadir el pórtico frontal a la estructura.

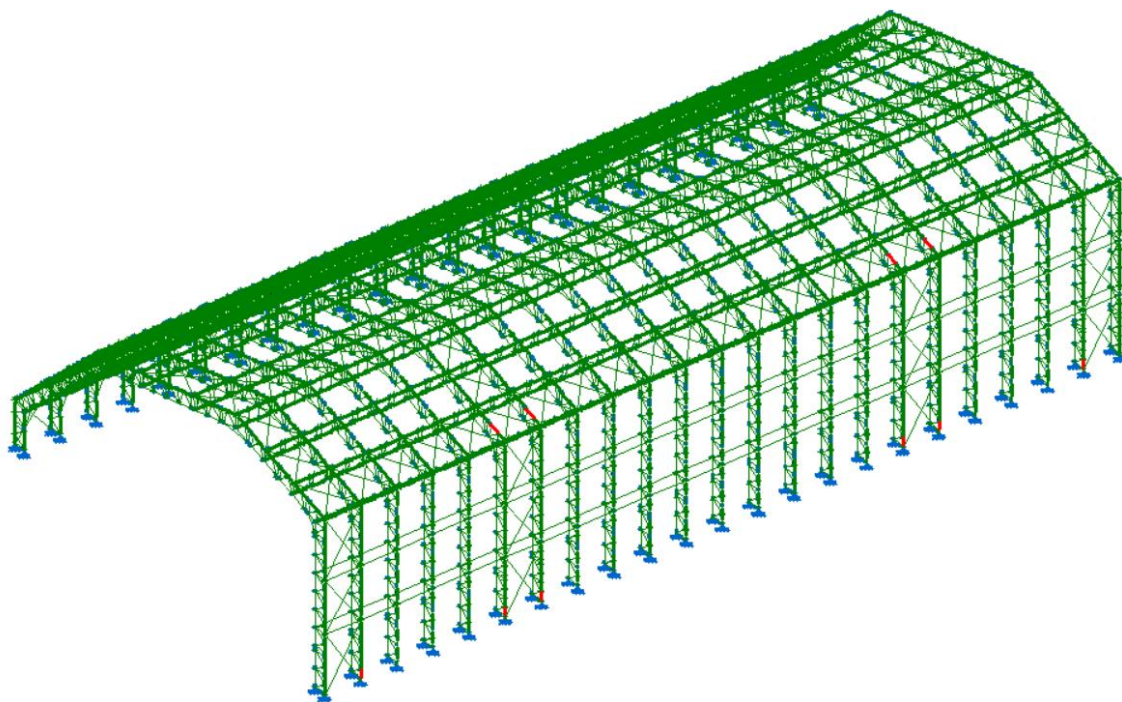


Ilustración 17: Comprobación de cálculo de los arriostramientos totales. Fuente: CYPE 3D

13.2.3 PÓRTICO FRONTAL

El pórtico frontal no se ha estudiado por separado, sino introduciéndolo en la estructura global anteriormente calculada, al realizarlo de esta manera al pórtico frontal se le transmiten las cargas que debería de soportar dicho pórtico, por lo que en este estudio lo que se quiere verificar es la cumplimiento a las comprobaciones de seguridad del pórtico frontal, ya que el reto de la estructura al comprobar que cumple por separado de forma global debería de cumplir también.

En este caso se están utilizando las mismas cargas que se recalcularon para los pórtico Hakitec inicialmente, para toda la estructura. Inicialmente a este pórtico frontal realizado íntegramente por mí, se le asignó un perfil tubular hueco de dimensiones como los de Hakitec, es decir, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor.

En este pórtico los nudos han sido asignado exactamente igual a los de los pórticos Hakitec, pero para este caso. En los apoyos de los pórticos se han realizado con apoyos rígidos, para impedir el desplazamiento, pero no el giro. Por otro lado, en las nudos que están en el cordón superior e inferior de la celosía se les ha asignado como nudos empotrados, para que de esta manera el cordón

superior e inferior se comporte cada uno como una única barra, ya que en realidad los cordones superiores e inferiores son barras enteras en cada una de las piezas de Hakitec, y estas están unidas entre sí de forma que impida el desplazamiento y el giro. En el interior de la celosía, esta está formada por barras perpendiculares a los cordones superiores e inferiores y barras inclinadas, creando formas trianguladas en todo momento, por lo que estas barras se han considerado articuladas en sus dos extremos, ya que al disponer de la forma triangulada esto consigue que no se realicen mecanismos, aunque estén articuladas las barras en sus dos extremos. Además, de esta manera se consigue que la celosía únicamente trabaje a tracción y compresión en todas sus barras del pórtico.

Al realizar el cálculo de la estructura se observa que el pórtico frontal no ha cumplido con todas las comprobaciones con unos porcentajes de error bastante altos, debido a que están sometidos a un axil superior al axil resistente plástico de las barras, esto era de esperar ya que este pórtico esta cargando las cargas de 11 pórticos de Hakitec, por lo que el perfil debería de ser superior al de los otros pórticos por lo solicitado que esta. Por lo que fue necesario tomar una serie de decisiones para solventarlo. Estas decisiones fueron las siguientes:

- ❖ Aumentar la altura de la viga entre el cordón superior e inferior. De esta manera disminuye el par de fuerzas y están menos solicitadas las barras superiores e inferiores de la viga. La distancia a pasado de ser de 1 m a 1,2 m de altura de viga.
- ❖ Aumentar los perfiles. Se le asignó al pórtico una serie de perfiles tubulares huecos, para aumentar el área de los mismos. Se pasó de un perfil de 48,3*3,6 mm a uno de 51*2,6 mm.

Se realizó el cálculo de la estructura nuevamente, y se comprobó que el pórtico delantero seguía sin cumplir a las comprobaciones, pero en este caso ya el porcentaje de error no era tan considerable, por lo que se decidió ajustarlo aumentando los perfiles de las barras al que estuviera más solicitado, ya que este sería el que necesitaría un perfil mayor.

- ❖ En el cordón superior de la viga, en los verticales antes del giro de 90° en la viga y en los 3 cordones de la celosía pero del pilar se les asigno un perfil de 82,5*3,2 mm.
- ❖ Para el cordón inferior de la viga y el vertical de la viga después de hacer el ángulo de 90°, se le asigno un perfil de 101,6*3,6 mm.
- ❖ En las 2 diagonales de los extremos de la viga, justo encima del pilar, se le asigno un perfil de 54*2,6 mm.

- ❖ Dejando el resto de las barras interiores de la celosía con el perfil de 51*2,6 mm.
- ❖ Además, en los extremos de la viga después de hacer el giro de 90° la barra vertical era la barra más solicitada de todo el pórtico, y una de las comprobaciones a las que no cumplía era a pandeo por compresión, por lo que se tomó la decisión de dividir la barra por la mitad, ya que esta medía 1,2 m, y en vez de poner una única diagonal dentro de la celosía, se le colocó una barra a la mitad dividiendo la barra en dos barras de 0,6 m y colocando dos diagonales. Esto también se realizó en los dos pilares en el primer tramos de la celosía empezando desde el suelo, ya que estos tramos eran los segundos que más solicitados estaban, y como en el caso anterior, una de las comprobaciones que no cumplían era a pandeo.

Al realizar el cálculo se apreció que el pórtico frontal cumplía completamente todas las comprobaciones, pero algunos de los arriostramientos en Cruces de San Andrés que estaban pegados al pórtico no cumplían con los redondos asignados de 10 mm, por lo que se les aumento a todas las Cruces de San Andrés que rodean el pórtico a unos redondos de 15 mm.

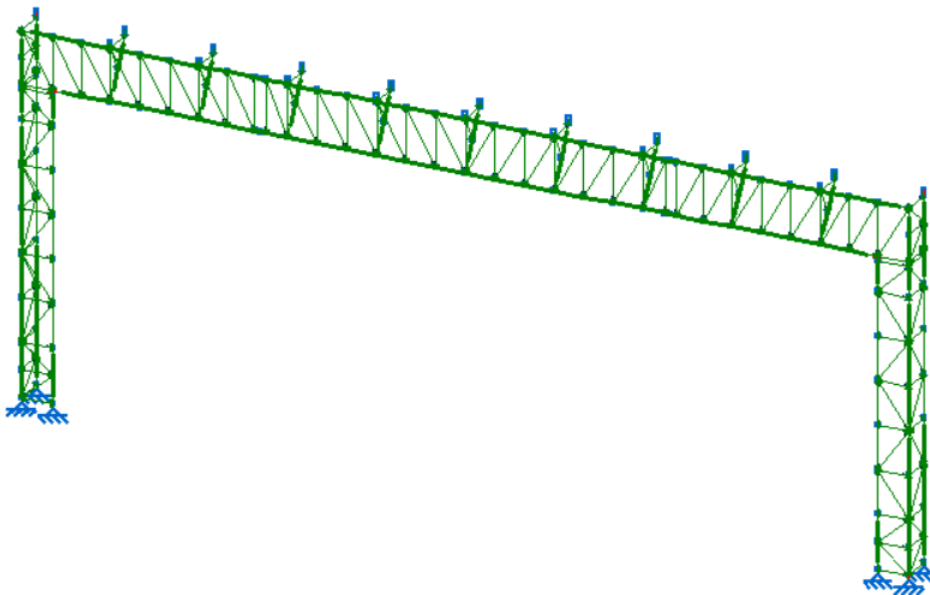


Ilustración 18: Comprobación del cálculo del pórtico frontal. Fuente: CYPE 3D

En los dos apoyos la barra que está justo en el apoyo del medio de ambos pilares, la barra no cumple por un porcentaje de error de 0,04%, debido a la resistencia de axil y flexión combinados, esta flexión que se provoca es debido a un momento local. Esta barra además cuenta con cuatro rigidizadores en los

apoyos por la placa de anclaje que posee, de casi el tamaño total de la barra, por lo que con estos rigidizadores la barra cumpliría ya que aumenta la sección de la misma y la estabilidad.

13.2.4 CONCLUSIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO

En la siguiente ilustración se puede apreciar el calculo y las comprobaciones de la estructura completa, pero al realizar el calculo de manera global aparecen unas series de errores de los cuales no deberían de aparecer, ya que al calcular cada parte de la estructura por separado y comprobar que cumpliera, esta debería de cumplir en el general de igual manera, ya que a cada elemento se le han aplicado las cargas que soportaría de forma global. Por eso la siguiente ilustración aparecen barras que no cumplen, pero estas están justificadas de forma individual, por lo que se muestra la imagen de forma global para observar la estructura.

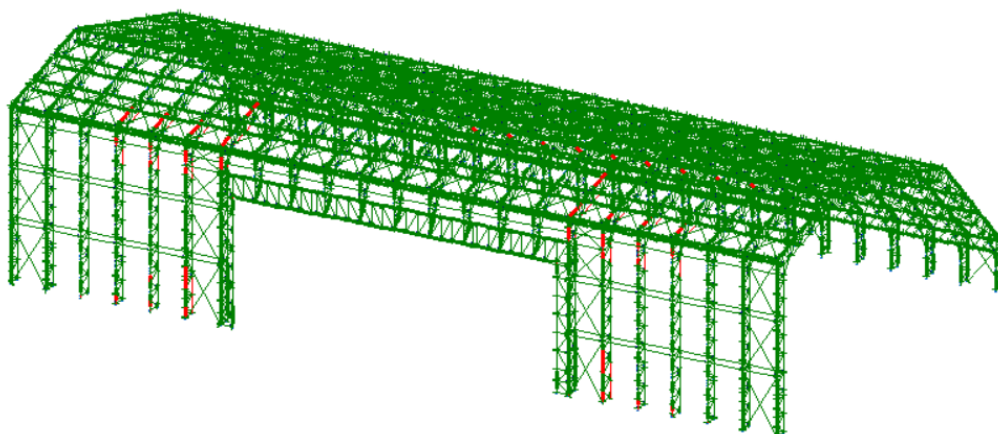


Ilustración 19: Visualización de la estructura completa. Fuente: CYPE 3D

Por lo que de manera definitiva se puede decir que la estructura cumple completamente, ya que, al ser calculada por partes, cada parte de la estructura cumple a todas las comprobaciones necesarias, aunque de manera global no lo haga en alguna de las barras.

14 CONCLUSIÓN

Como se puede observar se ha diseñado una estructura temporal, la cual ha cumplido con todos los requisitos impuestos de emplazamiento y de la actividad a desarrollar en ella. Además de verificar que cumpliera a todas las comprobaciones pertinentes en cada caso, realizando todas las modificaciones que fueran necesarias, dentro de las posibilidades que se tenían debido a los requisitos.

Por lo que se puede decir, que el trabajo ha sido realizado y solventado con éxito, ya que al realizar el cálculo y las comprobaciones por partes de la estructura se ha demostrado que esta cumple en todos los casos. Por lo tanto, al montar la estructura de forma global debe de cumplir de igual manera que lo ha hecho en los cálculos por separado.

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica

Título:

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA
OROTAVA**

ANEXO 1: CÁLCULOS

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Jorge González Hernández

Tutores:

Claudio Briones Barrera

Felipe Santiago Alcover Brito

La Laguna, JULIO DE 2021

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	DATOS DE OBRA	3
2.1	NORMAS CONSIDERADAS	3
2.2	ESTADOS LÍMITES	3
2.2.1	SITUACIONES DE PROYECTO	3
2.2.2	COMBINACIONES	5
2.3	RESISTENCIA AL FUEGO	7
3	ESTRUCTURA	7
3.1	BARRAS	7
3.1.1	MATERIALES UTILIZADOS	7
3.1.2	CARACTERÍSTICAS MECÁNICA	7
3.2	RESULTADOS	8
3.2.1	PÓRTICO G	8
3.2.2	PÓRTICO H	38
3.2.3	ARRIOSTRAMIENTOS EN CRUCES DE SAN ÁNDRES	70
3.2.4	ARRIOSTRAMIENTOS LONGITUDINALES	83
3.2.5	PÓRTICO FRONTAL	123
4	PLACAS DE ANCLAJE	163
4.1	PLACA DE ANCLAJE TIPO 1	163
4.1.1	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN	163
4.1.2	COMPROBACIÓN	163
4.2	PLACA DE ANCLAJE TIPO 2	166
4.2.1	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN	166
4.2.2	COMPROBACIÓN	166
5	CIMENTACIÓN	169
5.1	ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN AISLADOS	169
5.1.1	DESCRIPCIÓN	169
5.1.2	COMPROBACIÓN	169

1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente anexo aparecen todos los cálculos necesarios para las comprobaciones que ha de cumplir la estructura según la EHE-08 y el CTE DB SE-A. Al tratarse de una estructura tan compleja y con tantos elementos, se ha decidido realizar una selección minuciosa de los elementos más solicitados que se encuentran en esta, para que de esta manera este anexo se entienda perfectamente y no sea demasiado extenso.

El cálculo de la estructura se ha realizado por partes, y para no aportar todas las comprobaciones que se han realizado en cada elemento, se ha decidido adjuntar los cálculos de las barras más solicitadas en cada parte de la estructura. Así se puede observar que estos cumplen con todas las comprobaciones necesarias, y si estos elementos, que son los más solicitados del conjunto, cumplen, el resto de estos también cumplirán.

De esta manera se puede observar que, se realiza un resumen adecuado de todos los cálculos aportando la información y las comprobaciones necesarias para entenderlo perfectamente, sin aportar información irrelevante.

2 DATOS DE OBRA

2.1 NORMAS CONSIDERADAS

- ❖ Cimentación: EHE-08.
- ❖ 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.

2.2 ESTADOS LÍMITES

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	

2.2.1 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
 g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
 g_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
 $g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
 $g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
 $y_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
 $y_{a,i}$ 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: EHE-08 / CTE DB-SE C**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
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
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
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

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
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
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
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
Accidental de incendio				

	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000

❖ Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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

❖ Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
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

2.2.2 COMBINACIONES

❖ Nombres de las hipótesis

PP	→	Peso propio
Q 1	→	Q 1
Viento presión	→	Viento presión
Viento succión	→	Viento succión

❖ **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	Q 1	Viento presión	Viento succión
1	1.000			
2	1.600			
3	1.000		1.600	
4	1.600		1.600	
5	1.000			1.600
6	1.600			1.600
7	1.000	1.600		
8	1.600	1.600		

❖ **E.L.U. de rotura. Acero laminado**➤ **Coefficientes para situaciones persistentes o transitorias**

Comb.	PP	Q 1	Viento presión	Viento succión
1	0.800			
2	1.350			
3	0.800		1.500	
4	1.350		1.500	
5	0.800			1.500
6	1.350			1.500
7	0.800	1.500		
8	1.350	1.500		

➤ **Coefficientes para situaciones accidentales de incendio**

Comb.	PP	Q 1	Viento presión	Viento succión
1	1.000			
2	1.000		0.500	
3	1.000			0.500

❖ **Tensiones sobre el terreno y Desplazamientos**

Comb.	PP	Q 1	Viento presión	Viento succión
1	1.000			
2	1.000		1.000	
3	1.000			1.000
4	1.000	1.000		
5	1.000	1.000	1.000	
6	1.000	1.000		1.000

2.3 RESISTENCIA AL FUEGO

❖ Perfiles de acero

- Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.
- Resistencia requerida: R 90
- Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m³

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 J/(kg·K)

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

3 ESTRUCTURA

3.1 BARRAS

3.1.1 MATERIALES UTILIZADOS

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	n	G (MPa)	f _y (MPa)	a. _t (m/m°C)	g (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
<i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>n: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>a._t: Coeficiente de dilatación</i> <i>g: Peso específico</i>							

3.1.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICA

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	Haki 48,3, (Perfil Hakitec)	4.53	4.08	4.08	11.59	11.59	23.17

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
		2	R 10, (R)	0.79	0.71	0.71	0.05	0.05	0.10
		3	TUBO 82.5*3.2, (TUBO)	7.97	7.17	7.17	62.77	62.77	125.54
		4	TUBO 51*2.6, (TUBO)	3.95	3.56	3.56	11.61	11.61	23.22
		5	R 15, (R)	1.77	1.59	1.59	0.25	0.25	0.50
		6	TUBO 101.6*3.6, (TUBO)	11.08	9.98	9.98	133.24	133.24	266.47
		7	TUBO 54*2.6, (TUBO)	4.20	3.78	3.78	13.90	13.90	27.80

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

3.2 RESULTADOS

Debido a la complejidad de la estructura y a la cantidad de elementos que esta posee, se ha decidido no adjuntar todos los cálculos realizados para cada barra. Sino realizar la división de la estructura por partes, para así simplificar los cálculos. Además, dentro de cada parte de la estructura se adjuntará únicamente el calculo y la comprobación de la barra más solicitada para cada apartado. Ya que, si esta barra cumple a todas las comprobaciones, el resto de barras de su conjunto cumplirá también ya que está a unas solicitaciones inferiores.

3.2.1 PÓRTICO G

Al realizar este cálculo y comprobar que cumple con las comprobaciones, se sabe que el pórtico entero y que el resto de pórticos iguales a este, cumplirán. Por estar utilizando la barra más solicitada.

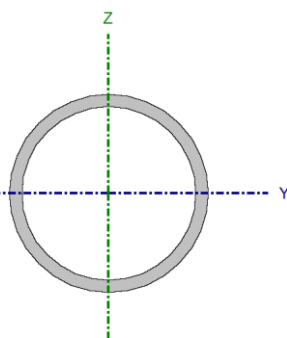
❖ Barra N115/N114

Perfil: Haki 48,3

Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N115	N114	0.586	4.53	11.59	11.59	23.17

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L _k	0.586	0.586	0.000	0.000
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-		1.000	



Notación:

b: Coeficiente de pandeo

L_k: Longitud de pandeo (m)

C_m: Coeficiente de momentos

C₁: Factor de modificación para el momento crítico

Situación de incendio
Resistencia requerida: R 90
Factor de forma: 334.67 m ⁻¹
Temperatura máx. de la barra: 681.5 °C
Pintura intumescente: 2.8 mm

Notas:

(1) Inercia respecto al eje indicado.

(2) Momento de inercia a torsión uniforme.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N115/N114	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.586 m $\eta = 31.4$	x: 0 m $\eta = 38.9$	x: 0.586 m $\eta = 62.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.586 m $\eta = 5.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.586 m $\eta = 98.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 98.2$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N115/N114	x: 0.586 m h = 34.0	x: 0 m h = 35.3	x: 0.586 m h = 56.8	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.586 m h = 4.9	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	h < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.586 m h = 90.8	h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE h = 90.8

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
<p>Notación:</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_Y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_Z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_Z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_Y: Resistencia a corte Y</p> <p>$M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>$N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>$N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>$M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>$M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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 2.0.

$$\lambda : \underline{0.42} \quad \checkmark$$

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 :** 4.53 cm²

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 698.47 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** 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_{cr,y} :** 698.47 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 698.47 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 11.59 cm⁴

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>11.59</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>23.17</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>0.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>0.586</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.586</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 : <u>2.26</u> cm

Siendo:

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

i_y : 1.60 cm

i_z : 1.60 cm

y_0 , z_0 : 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_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.314} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{Pesotextil} + 1.5 \cdot Q1$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{37.25} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{118.75} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.345} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.389} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N115, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot Pesotextil + 1.5 \cdot Vientosucción$.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{40.93} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{118.75} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y **Clase:** 1
de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A:** 4.53 cm²

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

Siendo:

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

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}:** 1.05

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

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

N_{b,Rd}: 105.13 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A:** 4.53 cm²

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

Siendo:

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

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M1}:** 1.05

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y : \underline{0.89}$$

$$c_z : \underline{0.89}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{0.64}$$

$$f_z : \underline{0.64}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

λ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.42}$$

$$\lambda_z : \underline{0.42}$$

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

$$N_{cr} : \underline{698.47 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{698.47 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{698.47 \text{ kN}}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.629} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot Pesotextil + 1.5 \cdot Vientosucción$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot Pesotextil + 1.5 \cdot Q1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{1.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{1.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con $W_{pl,y} : \underline{6.52} \text{ cm}^3$

mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

g_{Mo} : 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

η : 0.056 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Pesotextil+1.5·Q1.

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

V_{Ed} : 2.45 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{43.65} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.89} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$1.73 \text{ kN} \leq 21.82 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{Pesotextil} + 1.5 \cdot Q1$.

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

V_{Ed} : 1.73 kN

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

$V_{c,Rd}$: 43.65 kN

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.890} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.982} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.745} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N114, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Pesotextil+1.5·Vientosucción.

Donde:

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

$N_{c,Ed}$: 40.92 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : 0.93$ kN·m

$M_{z,Ed}^+ : 0.00$ kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase :** 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : 118.75$ 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. $M_{pl,Rd,y} : 1.71$ kN·m

$M_{pl,Rd,z} : 1.71$ kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A :** 4.53 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : 6.52$ cm³

$W_{pl,z} : 6.52$ cm³

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

Siendo:

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

g_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M1} : 1.05$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.09$

$$k_z : \underline{1.09}$$

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

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

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

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

$$c_y : \underline{0.89}$$

$$c_z : \underline{0.89}$$

λ_y , λ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.42}$$

$$\lambda_z : \underline{0.42}$$

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

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot Pesotextil + 1.5 \cdot Q1$.

$$1.73 \text{ kN} \leq 21.82 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$V_{Ed,z}$: 1.73 kN

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

$V_{c,Rd,z}$: 43.65 kN

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

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

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

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

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

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

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.340} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{11.64} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{34.28} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q}$: 75.60 MPa

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

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,q}$: 0.27

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M,q}$: 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.287 ✓

η : 0.353 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N115, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientosucción.

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

$N_{c,Ed}$: 9.83 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 34.28 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. **Clase** : 1

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

A : 4.53 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$: 75.60 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$: 0.27

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$: 1.00

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{27.84} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. $A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{75.60} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q} : \underline{75.60} \text{ MPa}$

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

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,q} : \underline{0.27}$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M,q} : \underline{1.00}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.81}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{0.74}$$

$$f_z : \underline{0.74}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.55}$$

$$\lambda_z : \underline{0.55}$$

$k_{l,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{l,q} : \underline{1.31}$$

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

$$N_{cr} : \underline{698.47 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{698.47 \text{ kN}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{698.47 \text{ kN}}$$

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

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

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.568} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientosucción.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{0.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **Clase :** 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 6.52 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q}$: 75.60 MPa

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

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,q}$: 0.27

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M,q}$: 1.00

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.049} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.61} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{12.60} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.89} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q}$: 75.60 MPa

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

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,q}$: 0.27

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M,q}$: 1.00

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.47 \text{ kN} \leq 6.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.47} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{12.60} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.908} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.296} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N114, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

Donde:

$$\mathbf{N}_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N}_{t,Ed} : \underline{11.64} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{y,Ed}, \mathbf{M}_{z,Ed}: \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \mathbf{M}_{y,Ed} : \underline{0.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{Clase}: \text{Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} \quad \mathbf{Clase} : \underline{1}$$

$$\mathbf{N}_{pl,Rd}: \text{Resistencia a tracción.} \quad \mathbf{N}_{pl,Rd} : \underline{34.28} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{pl,Rd,y}, \mathbf{M}_{pl,Rd,z}: \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \mathbf{M}_{pl,Rd,y} : \underline{0.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{pl,Rd,z} : \underline{0.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$$\mathbf{M}_{ef,Ed}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{ef,Ed} : \underline{-0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$$\sigma_{com,Ed}: \text{Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.} \quad \sigma_{com,Ed} : \underline{22.41} \text{ MPa}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{6.52} \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{0.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

$$0.47 \text{ kN} \leq 6.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.47} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{12.60} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

3.2.2 PÓRTICO H

Al realizar este cálculo y comprobar que cumple con las comprobaciones, se sabe que el pórtico entero y que el resto de pórticos iguales a este, cumplirán. Por estar utilizando la barra más solicitada.

❖ Barra N6/N7

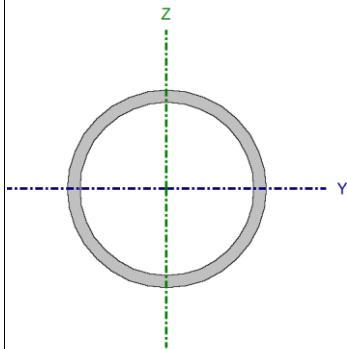
Perfil: Haki 48,3

Material: Acero (S275)

Perfil: Haki 48,3

Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas																																
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)																													
N6	N7	0.500	4.53	11.59	11.59	23.17																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>b</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>L_k</td> <td>0.500</td> <td>0.500</td> <td>0.500</td> <td>0.500</td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>C₁</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table>								Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	b	1.00	1.00	1.00	1.00	L _k	0.500	0.500	0.500	0.500	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	C ₁	-		1.000	
	Pandeo		Pandeo lateral																																
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																															
b	1.00	1.00	1.00	1.00																															
L _k	0.500	0.500	0.500	0.500																															
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																															
C ₁	-		1.000																																
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>b</i>: Coeficiente de pandeo</p> <p><i>L_k</i>: Longitud de pandeo (m)</p> <p><i>C_m</i>: Coeficiente de momentos</p> <p><i>C₁</i>: Factor de modificación para el momento crítico</p>																																			
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 90</p> <p>Factor de forma: 334.67 m-1</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 681.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 2.8 mm</p>																																			



Notas:

(1) Inercia respecto al eje indicado

(2) Momento de inercia a torsión uniforme

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado
	λ	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N6/N7	$\lambda < 2.0$ Cumple	$x: 0.5 \text{ m}$ $\eta = 16.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 39.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 50.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 4.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 92.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 92.9$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N6/N7	$x: 0.5 \text{ m}$ $\eta = 8.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 29.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 43.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 3.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 75.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 75.6$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO												Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	
<i>Notación:</i>													
<i>N_t: Resistencia a tracción</i>													
<i>N_c: Resistencia a compresión</i>													
<i>M_y: Resistencia a flexión eje Y</i>													
<i>M_z: Resistencia a flexión eje Z</i>													
<i>V_z: Resistencia a corte Z</i>													
<i>V_y: Resistencia a corte Y</i>													
<i>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</i>													
<i>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</i>													
<i>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</i>													
<i>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</i>													
<i>M_t: Resistencia a torsión</i>													
<i>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</i>													
<i>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</i>													
<i>x: Distancia al origen de la barra</i>													
<i>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</i>													
<i>N.P.: No procede</i>													

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

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.36} \quad \checkmark$$

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 :** 4.53 cm²

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 960.50 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** 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_{cr,y} :** 960.50 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 960.50 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** 36724.97 kN

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 11.59 cm⁴

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>11.59</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>23.17</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>0.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>0.500</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.500</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.500</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 : <u>2.26</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>1.60</u> cm
	i_z : <u>1.60</u> cm
y_0 , z_0 : 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_0 : <u>0.00</u> mm
	z_0 : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.165} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{Pesotextil} + 1.5 \cdot \text{Vientosucción}$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{19.55} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{118.75} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

g_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

η : 0.359 ✓

η : 0.391 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{Pesotextil} + 1.5 \cdot Q1$.

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

$N_{c,Ed}$: 42.62 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 118.75 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. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 4.53 cm²

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

Siendo:

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

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0} :** 1.05

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

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

$$\mathbf{N_{b,Rd} : } \underline{109.02} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 4.53 cm²

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

Siendo:

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

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

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.92

χ_z : 0.92

χ_T : 1.00

Siendo:

f_y : 0.60

f_z : 0.60

f_T : 0.47

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

α_z : 0.49

α_T : 0.49

λ : Esbeltez reducida.

λ_y : 0.36

λ_z : 0.36

λ_T : 0.06

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

N_{cr} : 960.50 kN

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

$N_{cr,y}$: 960.50 kN

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

$$N_{cr,z} : \underline{960.50} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{36724.97} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.506} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{Pesotextil} + 1.5 \cdot \text{Vientosucción}$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{Pesotextil} + 1.5 \cdot Q1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.86} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{1.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **Clase :** 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$:** 6.52 cm³

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

Siendo:

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

g_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0} :** 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.040} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{Pesotextil} + 1.5 \cdot Q1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.73} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{43.65} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.89} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

g_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

g_{m0} : 1.05

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

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

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

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

$$1.73 \text{ kN} \leq 21.82 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{Pesotextil} + 1.5 \cdot Q1$.

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

V_{Ed} : 1.73 kN

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

$V_{c,Rd}$: 43.65 kN

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

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

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

Se debe satisfacer:

η : 0.865 ✓

η : 0.929 ✓

η : 0.714 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot Pesotextil + 1.5 \cdot Q1$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 42.62$ kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed} : 0.86$ kN·m

$M_{z,Ed}^+ : 0.00$ kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : 118.75$ 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. $M_{pl,Rd,y} : 1.71$ kN·m

$M_{pl,Rd,z} : 1.71$ kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 4.53 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : 6.52$ cm³

$W_{pl,z} : 6.52$ cm³

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

Siendo:

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

g_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M1} : 1.05$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.06}$$

$$k_z : \underline{1.06}$$

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

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

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

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

$$\chi_y : \underline{0.92}$$

$$\chi_z : \underline{0.92}$$

λ_y, λ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.36}$$

$$\lambda_z : \underline{0.36}$$

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

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

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

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot Pesotextil + 1.5 \cdot Q1$.

$$1.73 \text{ kN} \leq 21.82 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{1.73} \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{43.65} \text{ kN}$

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

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

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

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

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

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

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.080} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientosucción.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{2.75} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{34.28} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q}$: 75.60 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$: 0.27

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$: 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.249 ✓

$$\eta : \underline{0.290} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{8.53} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{34.28} \text{ kN}$$

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. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 4.53 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 75.60 MPa

Siendo:

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que **f_{y,q} :** 75.60 MPa

alcanza el perfil.

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

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,q}$: 0.27

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M,q}$: 1.00

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

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

$N_{b,Rd}$: 29.42 kN

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 4.53 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q}$: 75.60 MPa

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

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,q}$: 0.27

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M,q}$: 1.00

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.86

χ_z : 0.86

χ_T : 1.00

Siendo:

ϕ_y : 0.68

ϕ_z : 0.68

ϕ_T : 0.47

α : Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.49

α_z : 0.49

α_T : 0.49

λ : Esbeltez reducida.

λ_y : 0.47

λ_z : 0.47

λ_T : 0.08

$k_{l,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{l,q} : \underline{1.31}$$

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

$$N_{cr} : \underline{960.50} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{960.50} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{960.50} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{36724.97} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.432} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientosucción.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

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

M_{Ed} : 0.21 kN·m

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

$M_{c,Rd}$: 0.49 kN·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.

Clase: 1

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

$W_{pl,y}$: 6.52 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$: 75.60 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$: 0.27

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$: 1.00

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.033 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

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

V_{Ed} : 0.42 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{12.60} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.89} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q} : \underline{75.60} \text{ MPa}$

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

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

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.27}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.42 \text{ kN} \leq 6.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

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

V_{Ed} : 0.42 kN

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

$V_{c,Rd}$: 12.60 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.681} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.756} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.570} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.53 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}$: 0.21 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 34.28 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. $M_{pl,Rd,y}$: 0.49 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 0.49 kN·m

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

A : Área de la sección bruta. A : 4.53 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 6.52 cm³

$W_{pl,z}$: 6.52 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q}$: 75.60 MPa

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

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.27}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.08}$$

$$k_z : \underline{1.08}$$

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

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

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

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

$$c_y : \underline{0.86}$$

$$c_z : \underline{0.86}$$

λ_y, λ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.47}$$

$$\lambda_z : \underline{0.47}$$

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

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

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

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+Pesotextil+0.5·Vientopreción.

$$0.42 \text{ kN} \leq 6.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.42} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{12.60} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

3.2.3 ARRIOSTRAMIENTOS EN CRUCES DE SAN ÁNDRES

La barra siguiente es la que está más solicitada entre todas las Cruces de San Andrés.

❖ Barra N1663/N1441

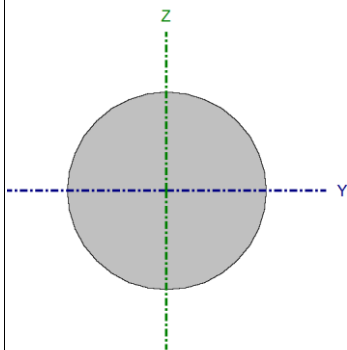
Perfil: R 15

Material: Acero (S275)

Perfil: R 15

Material: Acero (S275)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas																																	
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)																														
N1663	N1441	3.105	1.77	0.25	0.25	0.50																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_k</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>C₁</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table>								Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	0.00	0.00	0.00	0.00	L _k	0.000	0.000	0.000	0.000	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	C ₁	-		1.000	
	Pandeo		Pandeo lateral																																
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																															
β	0.00	0.00	0.00	0.00																															
L _k	0.000	0.000	0.000	0.000																															
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																															
C ₁	-		1.000																																
<p><i>Notación:</i></p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>																																			
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 90</p> <p>Factor de forma: 266.67 m-1</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 656.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 2.4 mm</p>																																			



Notas:

(1) Inercia respecto al eje indicado

(2) Momento de inercia a torsión uniforme

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N1663/N1441	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 92.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 92.0$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N1663/N1441	$\eta = 87.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 87.8$

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>														
<p><i>Notación:</i></p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>$M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>$M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>$N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>$N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>$M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>$M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p><i>N.P.</i>: No procede</p>														

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

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

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

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{1.77} \text{ cm}^2$$

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.920} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$.

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

$N_{t,Ed}$: 42.58 kN

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

$N_{t,Rd}$: 46.28 kN

Donde:

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

A : 1.77 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{Mo} : 1.05

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.878 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

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

$N_{t,Ed}$: 14.28 kN

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

$N_{t,Rd}$: 16.26 kN

Donde:

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

A : 1.77 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 92.00 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 92.00 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.33

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

3.2.4 ARRIOSTRAMIENTOS LONGITUDINALES

La siguiente barra es la que está más solicitada entre todos los arriostramientos longitudinales, los cuales son los elementos que unen los pórticos linealmente.

❖ Barra N3711/N5017

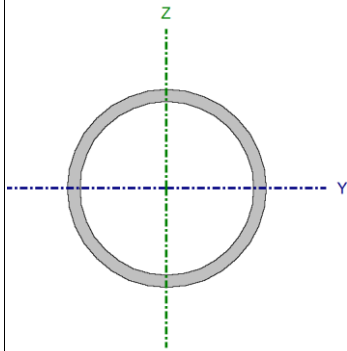
Perfil: Haki 48,3

Material: Acero (S275)

Perfil: Haki 48,3

Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas																																
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)																													
N3711	N5017	2.000	4.53	11.59	11.59	23.17																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>b</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_k</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>C₁</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table>								Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	b	1.00	1.00	0.00	0.00	L _k	2.000	2.000	0.000	0.000	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	C ₁	-		1.000	
	Pandeo		Pandeo lateral																																
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																															
b	1.00	1.00	0.00	0.00																															
L _k	2.000	2.000	0.000	0.000																															
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																															
C ₁	-		1.000																																
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>b</i>: Coeficiente de pandeo</p> <p><i>L_k</i>: Longitud de pandeo (m)</p> <p><i>C_m</i>: Coeficiente de momentos</p> <p><i>C₁</i>: Factor de modificación para el momento crítico</p>																																			
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 90</p> <p>Factor de forma: 334.67 m⁻¹</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 681.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 2.8 mm</p>																																			



Notas:

(1) Inercia respecto al eje indicado

(2) Momento de inercia a torsión uniforme

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N3711/N5017	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 97.5$	x: 0.985 m $\eta = 1.1$	x: 0.985 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0.197 m $\eta < 0.1$	x: 0.197 m $\eta < 0.1$	x: 0.985 m $\eta = 99.2$	x: 0.197 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 99.2$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N3711/N5017	$\eta = 0.1$	$\eta = 56.8$	x: 0.985 m $\eta = 2.7$	x: 0.985 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.197 m $\eta < 0.1$	x: 0.197 m $\eta < 0.1$	x: 0.985 m $\eta = 62.6$	x: 0.197 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 62.6$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO												Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	
<p>Notación:</p> <p><i>N_t</i>: Resistencia a tracción</p> <p><i>N_c</i>: Resistencia a compresión</p> <p><i>M_Y</i>: Resistencia a flexión eje Y</p> <p><i>M_Z</i>: Resistencia a flexión eje Z</p> <p><i>V_Z</i>: Resistencia a corte Z</p> <p><i>V_Y</i>: Resistencia a corte Y</p> <p><i>M_YV_Z</i>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p><i>M_ZV_Y</i>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p><i>NM_YM_Z</i>: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p><i>NM_YM_ZV_YV_Z</i>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p><i>M_t</i>: Resistencia a torsión</p> <p><i>M_tV_Z</i>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p><i>M_tV_Y</i>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p><i>x</i>: Distancia al origen de la barra</p> <p><i>η</i>: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p><i>N.P.</i>: No procede</p>													

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.44 ✓

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 :** 4.53 cm²

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 60.03 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** 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_{cr,y} :** 60.03 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 60.03 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 11.59 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 11.59 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 23.17 cm⁴

I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>0.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>2.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 : <u>2.26</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>1.60</u> cm
	i_z : <u>1.60</u> cm
y_0 , z_0 : 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_0 : <u>0.00</u> mm
	z_0 : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{0.14} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{118.75} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.326} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.975} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{Vientosucción}$.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{38.73} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{118.75} \text{ kN}$$

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. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 4.53 cm²

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

Siendo:

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

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

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

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

N_{b,Rd} : 39.71 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 4.53 cm²

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

Siendo:

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

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

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

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.33}$$

$$\chi_z : \underline{0.33}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.84}$$

$$\phi_z : \underline{1.84}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.44}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.44}$$

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

$$N_{cr} : \underline{60.03} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{60.03} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{60.03} \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.985 m del nudo N3711, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **Clase :** 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor $W_{pl,y} : \underline{6.52} \text{ cm}^3$

tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

η : 0.008 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.985 m del nudo N3711, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

M_{Ed}^+ : 0.01 kN·m

Para flexión negativa:

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

M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

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

$M_{c,Rd}$: 1.71 kN·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. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 6.52 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3711, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{43.65} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.89} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 4.53 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3711, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

V_{Ed} : 0.03 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$V_{c,Rd}$: 43.65 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 2.89 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 4.53 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.03 \text{ kN} \leq 21.82 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.197 m del nudo N3711, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

V_{Ed} : 0.03 kN

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

$V_{c,Rd}$: 43.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.02 \text{ kN} \leq 21.82 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.197 m del nudo N3711, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{43.65} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.337} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.992} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.991} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.985 m del nudo N3711, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Vientosucción.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : 38.73 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^+$** : 0.01 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.01 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : 118.75 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. **$M_{pl,Rd,y}$** : 1.71 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 1.71 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A :** 4.53 cm²

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} :** 6.52 cm³

W_{pl,z} : 6.52 cm³

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

Siendo:

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

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.78

k_z : 1.78

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y} :** 1.00

C_{m,z} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, **χ_y :** 0.33

respectivamente.

$$\chi_z : \underline{0.33}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.44}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.44}$$

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

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

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

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.197 m del nudo N3711, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.03 \text{ kN} \leq 21.82 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{43.65} \text{ kN}$$

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

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

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

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

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

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

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{34.28} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{75.60} \text{ MPa}$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.27

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.123 ✓

η : 0.568 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·Vientosucción.

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

$N_{c,Ed}$: 4.21 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 34.28 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. **Clase** : 1

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

A : 4.53 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 75.60 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.27

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{7.41} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

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

$$k_{y,\theta}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,\theta} : \underline{0.27}$$

$$\gamma_{M,\theta}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.22}$$

$$\chi_z : \underline{0.22}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{2.70}$$

$$\phi_z : \underline{2.70}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.89}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.89}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.31}$$

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

$$N_{cr} : \underline{60.03} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{60.03} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{60.03} \text{ kN}$$

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

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

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.027} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.985 m del nudo N3711, para la combinación de acciones PP.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{C,Rd} : \underline{0.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **Clase:** 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor $W_{pl,y}$: 6.52 cm³

tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 75.60 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.27

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.985 m del nudo N3711, para la combinación de acciones PP.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{C,Rd} : \underline{0.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} :$ 6.52 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza $f_{y,\theta} :$ 75.60 MPa

el perfil.

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.27

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3711, para la combinación de acciones PP.

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

V_{Ed} : 0.03 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$V_{c,Rd}$: 12.60 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 2.89 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 4.53 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 75.60 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 75.60 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la

$k_{y,\theta}$: 0.27

temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3711, para la combinación de acciones PP.

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

V_{Ed} : 0.02 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{12.60} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.89} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{4.53} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{75.60} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.27}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.02 \text{ kN} \leq 6.30 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.197 m del nudo N3711, para la combinación de acciones PP.

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

V_{Ed} : 0.02 kN

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

$V_{c,Rd}$: 12.60 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.02 \text{ kN} \leq 6.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.197 m del nudo N3711, para la combinación de acciones PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{12.60} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.171} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.626} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.622} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.985 m del nudo N3711, para la combinación de acciones PP+0.5·Vientosucción.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : 4.21 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^+$** : 0.01 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.01 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : 34.28 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. **$M_{pl,Rd,y}$** : 0.49 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 0.49 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A :** 4.53 cm²

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} :** 6.52 cm³

W_{pl,z} : 6.52 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 75.60 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 75.60 MPa

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

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ} :** 0.27

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ} :** 1.00

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.45

k_z : 1.45

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

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

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

χ_y : 0.22

χ_z : 0.22

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

$\bar{\lambda}_y$: 1.89

$\bar{\lambda}_z$: 1.89

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

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.197 m del nudo N3711, para la combinación de acciones PP.

$$0.02 \text{ kN} \leq 6.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{12.60} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

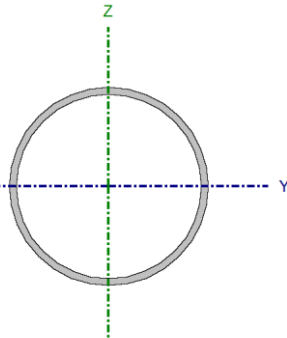
3.2.5 PÓRTICO FRONTAL

Se ha estudiado la barra mas solicitada que se puede encontrar en el pórtico frontal. Esta cumple a todas las comprobaciones, por lo que el pórtico cumple completamente.

❖ Barra N863/N5120

Perfil: TUBO 82.5*3.2

Material: Acero (S275)

Perfil: TUBO 82.5*3.2																																			
Material: Acero (S275)																																			
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas																																
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)																													
N863	N5120	0.625	7.97	62.77	62.77	125.54																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_k</td> <td>0.625</td> <td>0.625</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>C₁</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table>								Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	1.00	1.00	0.00	0.00	L _k	0.625	0.625	0.000	0.000	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	C ₁	-		1.000	
	Pandeo		Pandeo lateral																																
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																															
β	1.00	1.00	0.00	0.00																															
L _k	0.625	0.625	0.000	0.000																															
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																															
C ₁	-		1.000																																
 <p><i>Notación:</i></p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>																																			
Situación de incendio																																			
Resistencia requerida: R 90																																			
Factor de forma: 325.11 m ⁻¹																																			
Temperatura máx. de la barra: 648.0 °C																																			
Pintura intumescente: 3.0 mm																																			

Notas:

⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado

⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N863/N5120	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.625 m $\eta = 50.5$	x: 0 m $\eta = 62.5$	x: 0 m $\eta = 17.3$	x: 0 m $\eta = 18.2$	$\eta = 3.4$	$\eta = 2.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 94.2$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 94.2$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N863/N5120	x: 0.625 m $\eta = 22.6$	x: 0 m $\eta = 60.8$	x: 0 m $\eta = 15.6$	x: 0 m $\eta = 15.0$	$\eta = 3.1$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 87.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 87.5$	
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>N_t: Resistencia a tracción</i></p> <p><i>N_c: Resistencia a compresión</i></p> <p><i>M_y: Resistencia a flexión eje Y</i></p> <p><i>M_z: Resistencia a flexión eje Z</i></p> <p><i>V_z: Resistencia a corte Z</i></p> <p><i>V_y: Resistencia a corte Y</i></p> <p><i>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</i></p> <p><i>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</i></p> <p><i>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</i></p> <p><i>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</i></p> <p><i>M_t: Resistencia a torsión</i></p> <p><i>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</i></p> <p><i>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</i></p> <p><i>x: Distancia al origen de la barra</i></p> <p><i>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</i></p> <p><i>N.P.: No procede</i></p>														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.26 ✓

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 :** 7.97 cm²

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 3330.39 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** 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_{cr,y} :** 3330.39 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 3330.39 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 62.77 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 62.77 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 125.54 cm⁴

I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>0.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>0.625</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.625</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 : <u>3.97</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>2.81</u> cm
	i_z : <u>2.81</u> cm
y_0 , z_0 : 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_0 : <u>0.00</u> mm
	z_0 : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.505} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5120, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{Vientosucción}$.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{105.35} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{208.79} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{7.97} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.607} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.625} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{126.65} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{208.79} \text{ kN}$$

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. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 7.97 cm²

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

Siendo:

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

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{MO} :** 1.05

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

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

N_{b,Rd} : 202.79 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 7.97 cm²

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

Siendo:

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

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

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

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.97}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.55}$$

$$\phi_z : \underline{0.55}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.26}$$

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

$$N_{cr} : \underline{3330.39} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{3330.39} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{3330.39} \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.173} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Vientosucción.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{5.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **Clase :** 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor $W_{pl,y}$: 20.13 cm³ tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

η : 0.182 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$.

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

$M_{Ed}^+ : \underline{0.86} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{Vientosucción}$.

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

$M_{Ed}^- : \underline{0.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : \underline{5.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{20.13} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.034} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{2.57} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{76.74} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 5.08 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 7.97 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

η : 0.021 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{Vientosucción}$.

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

V_{Ed} : 1.59 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$V_{c,Rd}$: 76.74 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 5.08 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 7.97 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$2.57 \text{ kN} \leq 38.37 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

V_{Ed} : 2.57 kN

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

$V_{c,Rd}$: 76.74 kN

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

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

$$1.59 \text{ kN} \leq 38.37 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{Vientosucción}$.

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

V_{Ed} : 1.59 kN

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

$V_{c,Rd}$: 76.74 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.942} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.905} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.900} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N863, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 126.65 kN

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}⁺** : 0.91 kN·m

M_{z,Ed}⁺ : 0.86 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. **N_{pl,Rd}** : 208.79 kN

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones **M_{pl,Rd,y}** : 5.27 kN·m

plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{7.97} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{20.13} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{20.13} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.04}$$

$$k_z : \underline{1.04}$$

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

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

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

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

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.97}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.26}$$

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

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

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

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$.

$$2.57 \text{ kN} \leq 38.37 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$V_{Ed,z}$: 2.57 kN

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

$V_{c,Rd,z}$: 76.74 kN

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

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

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

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

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

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

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.226} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5120, para la combinación de acciones PP+0.5·Vientosucción.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{17.59} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{77.85} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{7.97} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{97.65} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{97.65} \text{ MPa}$

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.36

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.569 ✓

η : 0.608 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

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

$N_{c,Ed}$: 44.26 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 77.85 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. **Clase** : 1

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

A : 7.97 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 97.65 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 97.65 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la

$k_{y,\theta}$: 0.36

temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

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

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

$N_{b,Rd}$: 72.78 kN

Donde:

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

A : 7.97 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 97.65 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 97.65 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.36

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.93}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.59}$$

$$\phi_z : \underline{0.59}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

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

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

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.28}$$

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

$$N_{cr} : \underline{3330.39} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{3330.39} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{3330.39} \text{ kN}$$

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

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

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.156} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones PP+0.5·Viento

```
preción.
```

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones PP+0.5·Viento

```
succión.
```

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{1.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de **Clase** : 1

desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{20.13} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{97.65} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{97.65} \text{ MPa}$

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.36}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.150} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N863, para la combinación de acciones PP+0.5·Vientosucción.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{1.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} :$ 20.13 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{97.65} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{97.65}$ MPa

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.36}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.031}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

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

V_{Ed} : 0.88 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$V_{c,Rd}$: 28.61 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 5.08 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 7.97 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 97.65 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 97.65 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.36

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.017 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

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

V_{Ed} : 0.48 kN

Resistencia a cortante de la sección:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{28.61} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{5.08} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{7.97} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{97.65} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{97.65} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.36}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.88 \text{ kN} \leq 14.31 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

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

V_{Ed} : 0.88 kN

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

$V_{c,Rd}$: 28.61 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.48 \text{ kN} \leq 14.31 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

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

V_{Ed} : 0.48 kN

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

$V_{c,Rd}$: 28.61 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.875} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.874} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.871} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N863, para la combinación de acciones PP+0.5·Vientopreción.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 44.26 kN

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}⁺** : 0.31 kN·m

M_{z,Ed}⁺ : 0.30 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. **N_{pl,Rd}** : 77.85 kN

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones **M_{pl,Rd,y}** : 1.97 kN·m

plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{7.97} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{20.13} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{20.13} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{97.65} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{97.65} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.36}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.08}$$

$$k_z : \underline{1.08}$$

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

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

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

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

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.93}$$

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

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

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

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

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

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

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·Vientopreción.

$$0.88 \text{ kN} \leq 14.31 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.88} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{28.61} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

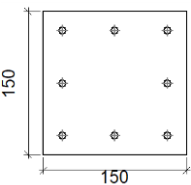
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4 PLACAS DE ANCLAJE

A continuación, se adjuntará el calculo de los dos tipos de placas de anclaje:

4.1 PLACA DE ANCLAJE TIPO 1

4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		150	150	14	8	8	S275	275.0	410.0

4.1.2 COMPROBACIÓN

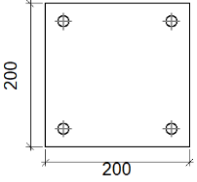
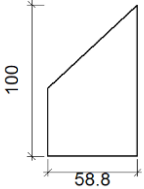
Referencia: TIPO 1		
Comprobación	Valores	Estado

Referencia: TIPO 1		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 56 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 31 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 12.72 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 16.22 kN Calculado: 1.25 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 23.17 kN Calculado: 14.5 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16 kN Calculado: 12.26 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 248.137 MPa	Cumple

Referencia: TIPO 1		
Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa:	Máximo: 58.67 kN	
<i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Calculado: 1.2 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 236.516 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 236.516 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 236.713 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 236.713 MPa	Cumple
Flecha global equivalente:		
<i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 515.664	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 515.664	Cumple
- Arriba:	Calculado: 515.664	Cumple
- Abajo:	Calculado: 515.664	Cumple
Tensión de Von Mises local:	Máximo: 261.905 MPa	
<i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

4.2 PLACA DE ANCLAJE TIPO 2

4.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		200	200	15	4	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		58.8	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

4.2.2 COMPROBACIÓN

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 151 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 65 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 25 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 40.2 Calculado: 40.2	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 61.78 kN Calculado: 37.29 kN Máximo: 43.24 kN Calculado: 3.7 kN Máximo: 61.78 kN Calculado: 42.58 kN	Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 34.07 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 170.615 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa:	Máximo: 125.71 kN	
<i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Calculado: 3.55 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 126.009 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 126.686 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 125.886 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 126.796 MPa	Cumple
Flecha global equivalente:		
<i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 12698	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 12458	Cumple
- Arriba:	Calculado: 12635.8	Cumple
- Abajo:	Calculado: 12393.4	Cumple
Tensión de Von Mises local:	Máximo: 261.905 MPa	
<i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5 CIMENTACIÓN

5.1 ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN AISLADOS

5.1.1 DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
TIPO 1: (N1960 - N1964 - N2163 - N2167 - N2366 - N2370 - N2569 - N2573 - N2772 - N2776), (N2975 - N2979 - N3178 - N3182 - N3381 - N3385 - N3584 - N3588 - N3818 - N3822) y (N870 - N874 - N1104 - N1108 - N1338 - N1342 - N1554 - N1558 - N1757 - N1761)	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 865.0 cm Ancho zapata Y: 180.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 8Ø16c/22 Sup Y: 68Ø12c/12.5 Inf X: 8Ø16c/22 Inf Y: 68Ø12c/12.5
TIPO 2: (N4052 - N4056 - N4286 - N4290 - N4520 - N4524 - N4754 - N4758) y (N1 - N5 - N158 - N162 - N312 - N316 - N627 - N631)	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 665.0 cm Ancho zapata Y: 180.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 6Ø16c/29 Sup Y: 23Ø16c/29 Inf X: 6Ø16c/29 Inf Y: 23Ø16c/29
TIPO 5: (N1018 - N1019 - N1252 - N1253 - N1468 - N1469 - N4996)	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 550.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 16Ø12c/20 Sup Y: 27Ø12c/20 Inf X: 16Ø12c/20 Inf Y: 27Ø12c/20
TIPO 3: (N154 - N155 - N310 - N311 - N464 - N465 - N775 - N776) y (N4200 - N4201 - N4434 - N4435 - N4668 - N4669 - N4902 - N4903)	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 675.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 23Ø16c/29 Sup Y: 7Ø16c/29 Inf X: 23Ø16c/29 Inf Y: 7Ø16c/29
TIPO 4: (N3732 - N3733 - N3966 - N3967 - N5009 - N5012 - N5029)	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 320.0 cm Ancho zapata Y: 550.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 27Ø12c/20 Sup Y: 16Ø12c/20 Inf X: 27Ø12c/20 Inf Y: 16Ø12c/20

5.1.2 COMPROBACIÓN

Para no adjuntar todos los cálculos de cada una de las zapatas, se ha decidido colocar el cálculo de las comprobaciones de una zapata de las que están dentro de cada tipo. Esto se realiza de esta manera ya que las zapatas que hay dentro de cada tipo son exactamente iguales y están sometidas a la misma carga, por lo que desde que una cumpla, todas van a cumplir igual.

❖ ZAPATA TIPO 1:

Referencia: (N1960 - N1964 - N2163 - N2167 - N2366 - N2370 - N2569 - N2573 - N2772 - N2776)		
Dimensiones: 865 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12.5 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		

Referencia: (N1960 - N1964 - N2163 - N2167 - N2366 - N2370 - N2569 - N2573 - N2772 - N2776)		
Dimensiones: 865 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12.5 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0302148 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0348255 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0566037 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 100000.0 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 10.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: -15.35 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 101.19 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 4.61 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 140 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 30 cm	
-N1960:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N1964:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N2163:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N2167:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N2366:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N2370:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N2569:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N2573:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N2772:	Calculado: 93 cm	Cumple
-N2776:	Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: (N1960 - N1964 - N2163 - N2167 - N2366 - N2370 - N2569 - N2573 - N2772 - N2776)		
Dimensiones: 865 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12.5 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 273 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 273 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 276 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 276 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: (N1960 - N1964 - N2163 - N2167 - N2366 - N2370 - N2569 - N2573 - N2772 - N2776)		
Dimensiones: 865 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12.5 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

❖ ZAPATA TIPO 2:

Referencia: (N4052 - N4056 - N4286 - N4290 - N4520 - N4524 - N4754 - N4758)		
Dimensiones: 665 x 180 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0241326 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0289395 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.050031 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1940.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 0.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -7.20 kN·m	Cumple

Referencia: (N4052 - N4056 - N4286 - N4290 - N4520 - N4524 - N4754 - N4758)		
Dimensiones: 665 x 180 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
-En dirección Y:	Momento: 74.14 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 4.71 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 157.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 30 cm	
-N4052:	Calculado: 67 cm	Cumple
-N4056:	Calculado: 67 cm	Cumple
-N4286:	Calculado: 67 cm	Cumple
-N4290:	Calculado: 67 cm	Cumple
-N4520:	Calculado: 67 cm	Cumple
-N4524:	Calculado: 67 cm	Cumple
-N4754:	Calculado: 67 cm	Cumple
-N4758:	Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple

Referencia: (N4052 - N4056 - N4286 - N4290 - N4520 - N4524 - N4754 - N4758)		
Dimensiones: 665 x 180 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 80 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 279 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 37 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 269 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 282 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

❖ **ZAPATA TIPO 3:**

Referencia: (N154 - N155 - N310 - N311 - N464 - N465 - N775 - N776)		
Dimensiones: 205 x 675 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> -Tensión media en situaciones persistentes: -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0358065 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0492462 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.072594 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> -En dirección X: -En dirección Y:	Reserva seguridad: 13.6 % Reserva seguridad: 8917.0 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Momento: 82.11 kN·m Momento: -15.28 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 7.95 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: -Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 198.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -N154: -N155: -N310: -N311: -N464: -N465: -N775: -N776:	Mínimo: 30 cm Calculado: 67 cm Calculado: 67 cm Calculado: 67 cm Calculado: 67 cm Calculado: 67 cm Calculado: 67 cm Calculado: 67 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> -Armado inferior dirección X: -Armado superior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple

Referencia: (N154 - N155 - N310 - N311 - N464 - N465 - N775 - N776)		
Dimensiones: 205 x 675 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 284 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 257 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 287 cm	Cumple

Referencia: (N154 - N155 - N310 - N311 - N464 - N465 - N775 - N776)		
Dimensiones: 205 x 675 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 274 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

❖ ZAPATA TIPO 4 Y TIPO 5:

Estos dos tipos de zapatas son iguales, solo cambia la posición de algunas de las placas de anclaje sobre estas, pero de resto tienen las mismas dimensiones y están sometidas a la misma carga. Por lo que desde que una cumpla la otra también.

Referencia: (N3732 - N3733 - N3966 - N3967 - N5009 - N5012 - N5029)		
Dimensiones: 320 x 550 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0258003 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.044145 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0599391 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 4.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 403.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: (N3732 - N3733 - N3966 - N3967 - N5009 - N5012 - N5029)		
Dimensiones: 320 x 550 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
-En dirección X:	Momento: 134.77 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: -45.05 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 130.57 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 19.13 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 372.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Calculado: 53 cm	
-N3732:	Mínimo: 30 cm	Cumple
-N3733:	Mínimo: 30 cm	Cumple
-N3966:	Mínimo: 30 cm	Cumple
-N3967:	Mínimo: 30 cm	Cumple
-N5009:	Mínimo: 40 cm	Cumple
-N5012:	Mínimo: 40 cm	Cumple
-N5029:	Mínimo: 40 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: (N3732 - N3733 - N3966 - N3967 - N5009 - N5012 - N5029)		
Dimensiones: 320 x 550 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 79 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 222 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 145 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 79 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 222 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 167 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica

Título:

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA
OROTAVA**

PLANOS

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Jorge González Hernández

Tutores:

Claudio Briones Barrera

Felipe Santiago Alcover Brito

La Laguna, JULIO DE 2021

ÍNDICE DE PLANOS

01. Situación

02. Emplazamiento

03. Replanteo Estructura

04. Replanteo Cimentación

C-1. Cimentación

C-2. Detalles Zapatas y Placas de Anclaje

E-1. Perspectiva de la Estructura Metálica

E-2. Planta Estructura Metálica

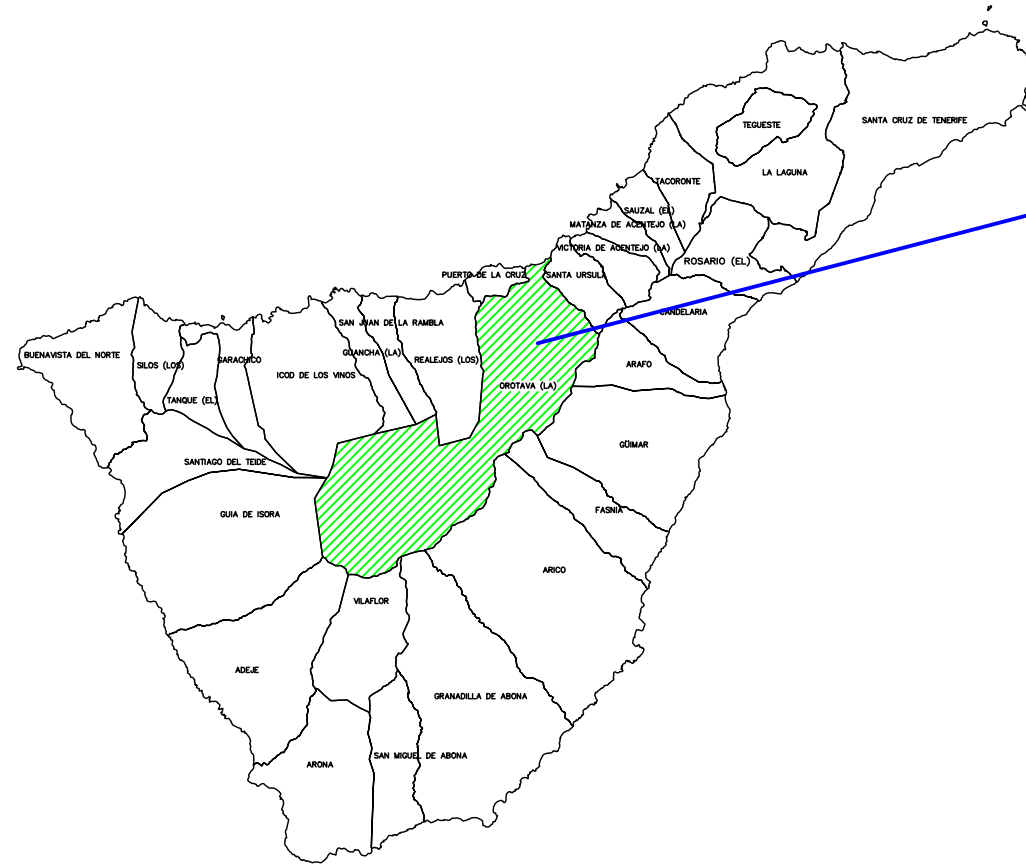
E-3. Estructura-Pórticos

E-4. Estructura-Pórtico Frontal y Uniones

E-5. Estructura-Arriostramientos Laterales

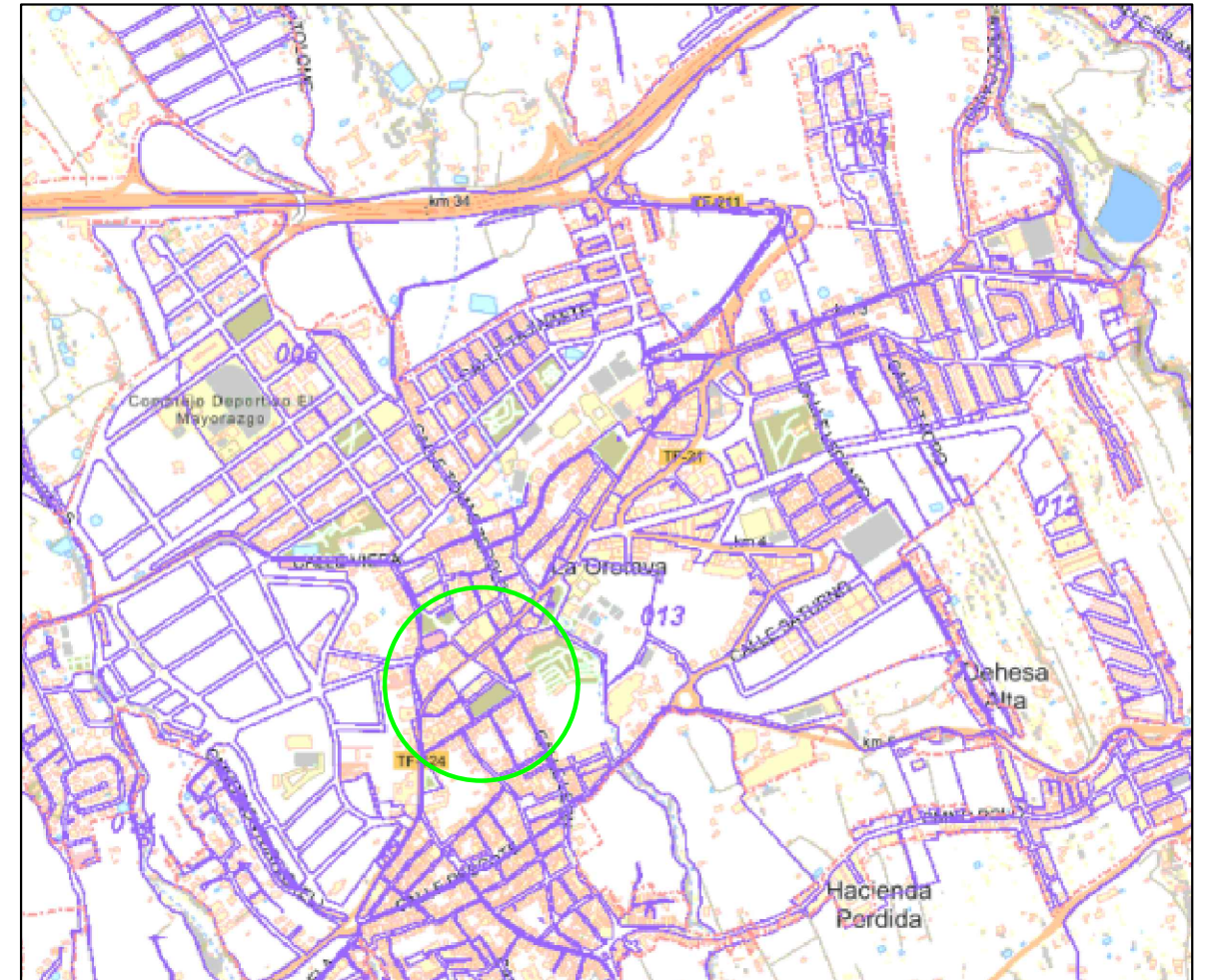
E-6. Estructura-Arriostramientos Cubierta

E-7. Estructura-Arriostramientos Longitudinales

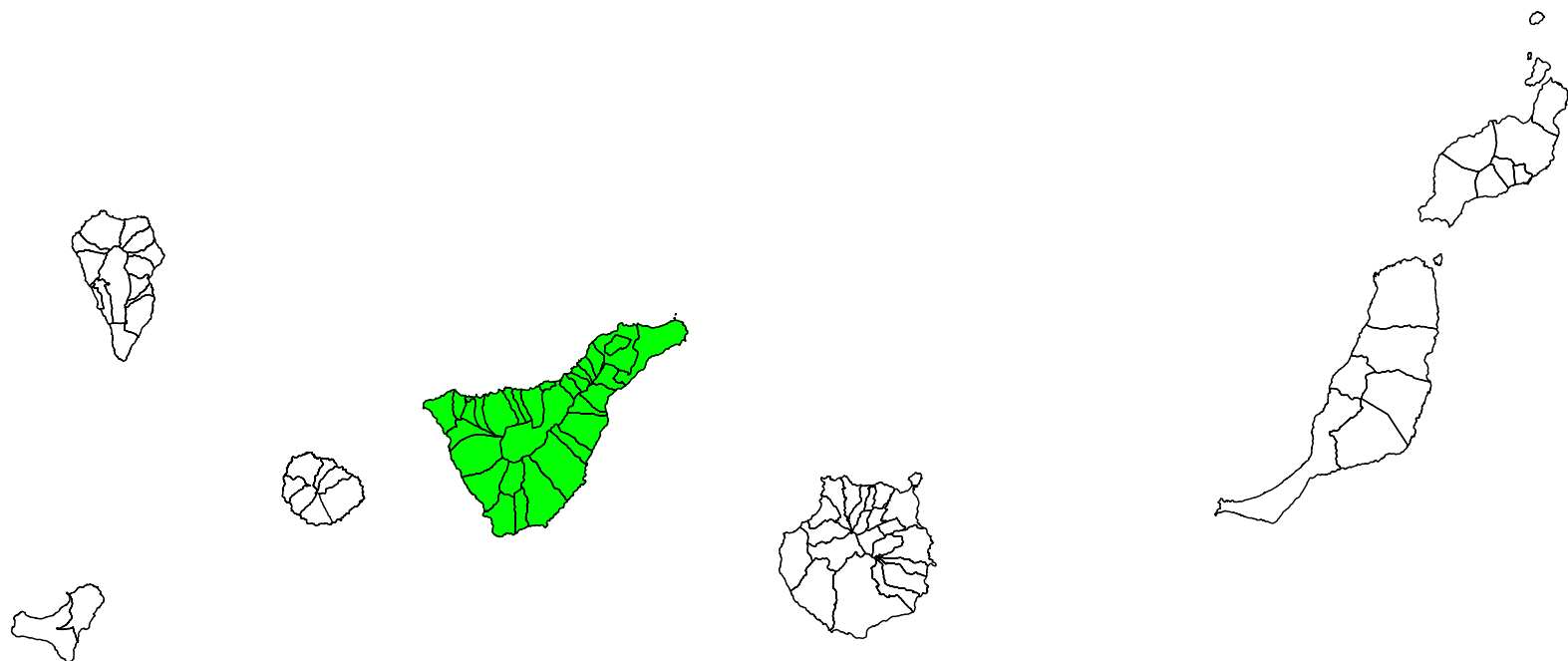


Municipio de La Orotava.
 Plaza del Ayuntamiento de La Orotava.
 Calle: Carrera del Escultor Estévez.
 Enfrente del Ayuntamiento de La Orotava.

TENERIFE

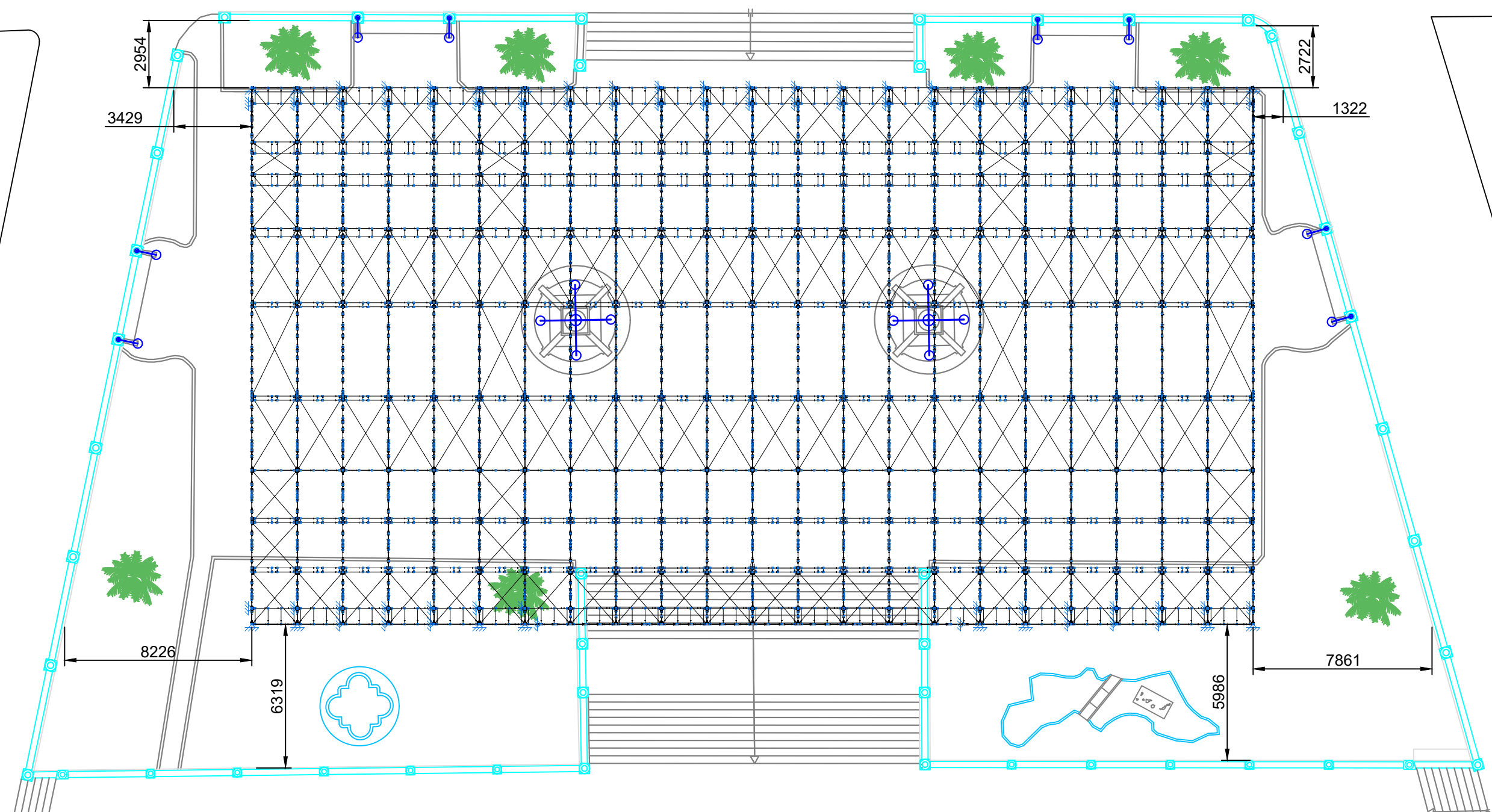


ESCALA 1:10000

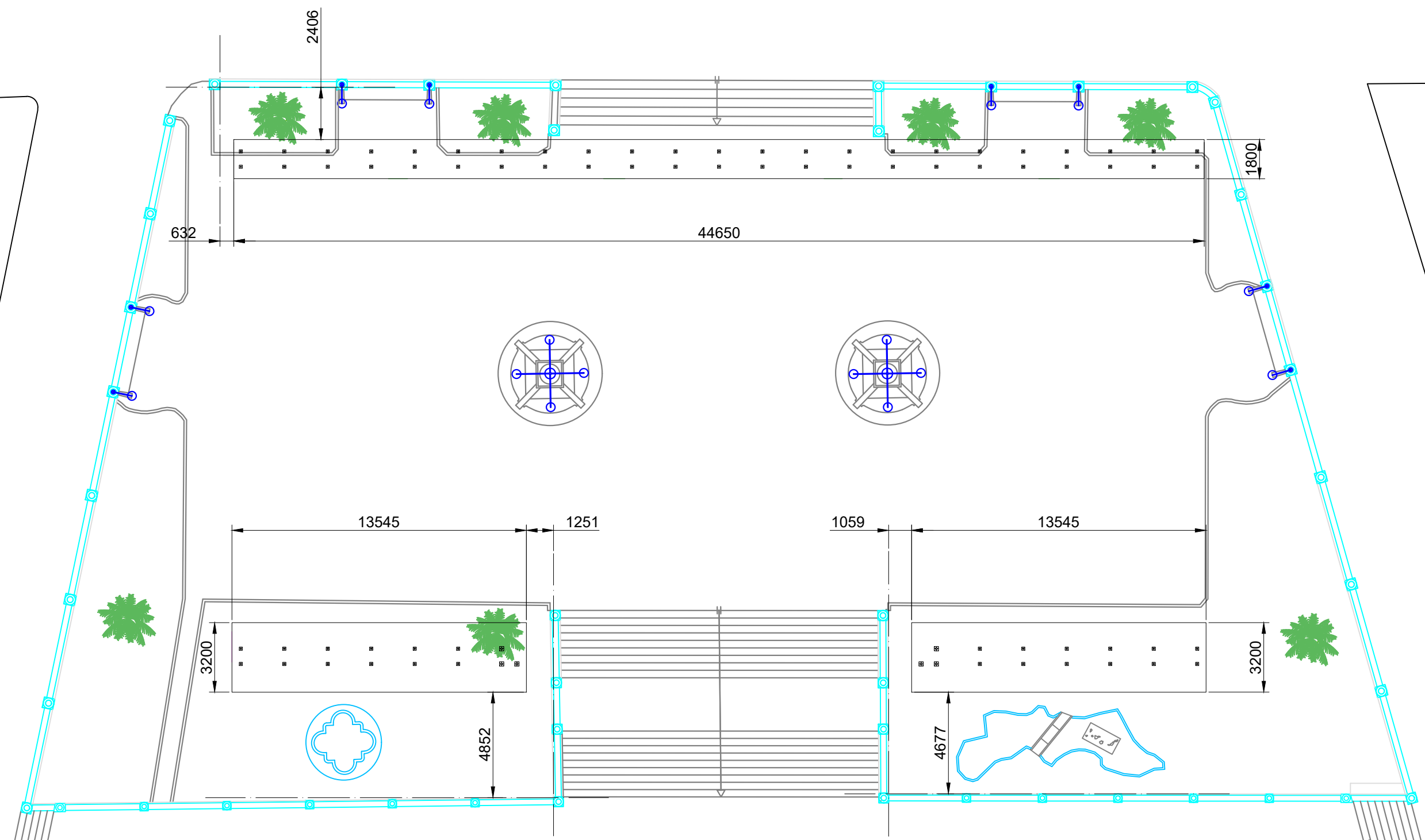


ISLAS CANARIAS

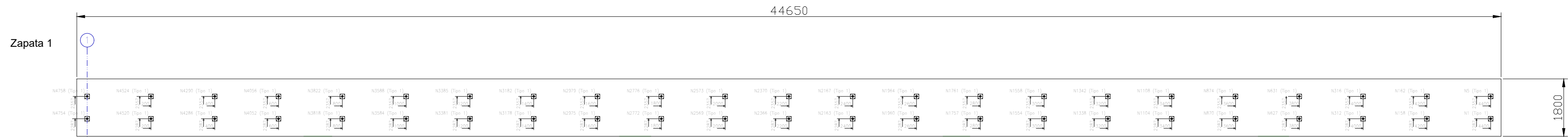
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA OROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: 07/2021			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: -	Situación		Nº PLANO: 01



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA OROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: 07/2021			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:200	Replanteo estructura		Nº PLANO: 03



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA OROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: 07/2021			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:200	Replanteo cimentación		Nº PLANO: 04

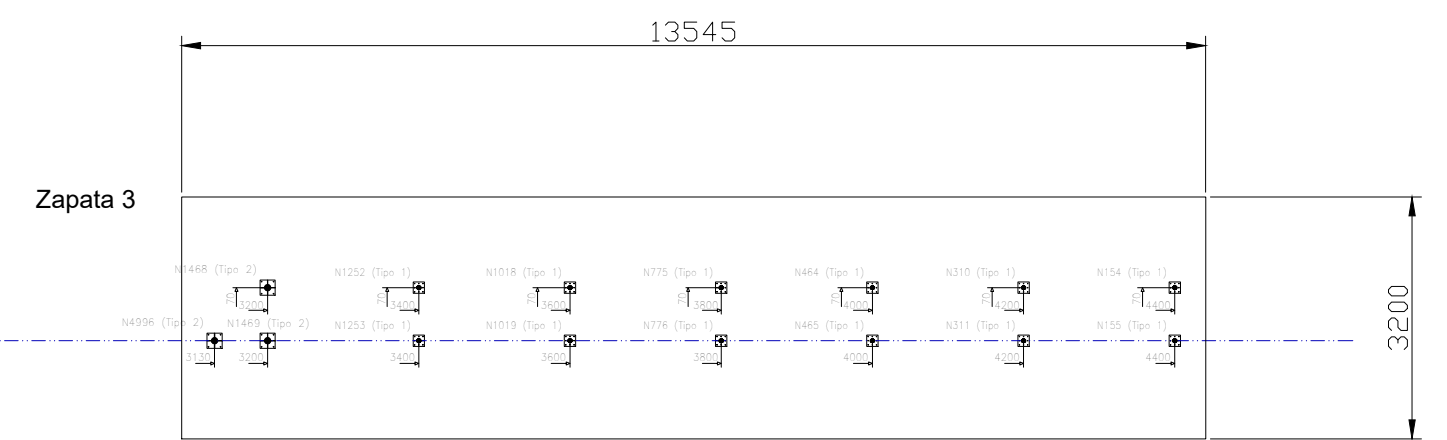
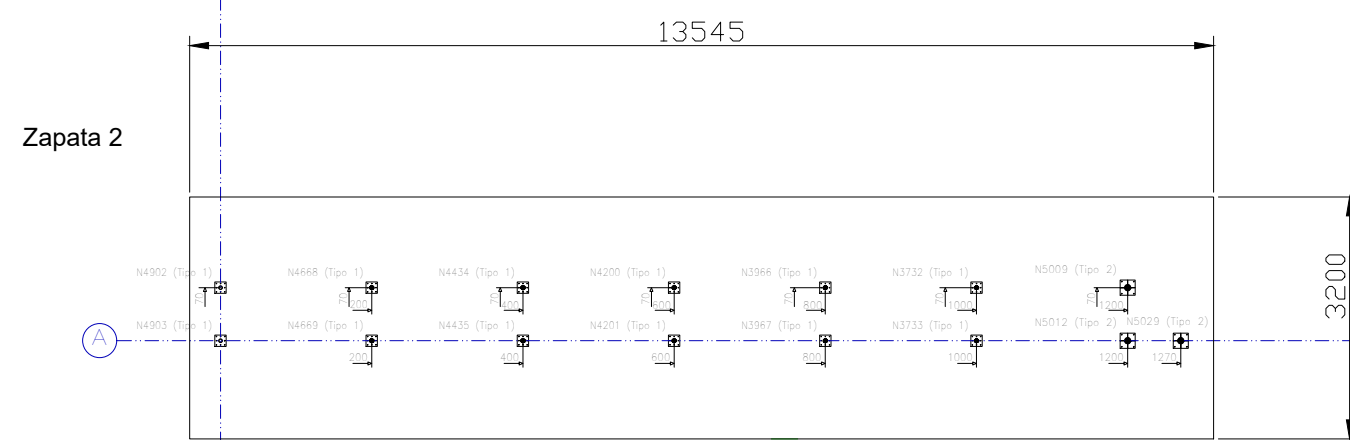


CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL SEGÚN CTE / EHE-08						
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN	CONTROL	COEFICIENTE PONDERACIÓN		
				γ_c	γ_s	γ_e
HORMIGÓN	CIMENTACIÓN	HA-30/B/20/IIIa	ESTADIST.	1,5		
ACERO DE ARMADURAS	CIMENTACIÓN	B-500-S	NORMAL		1,15	

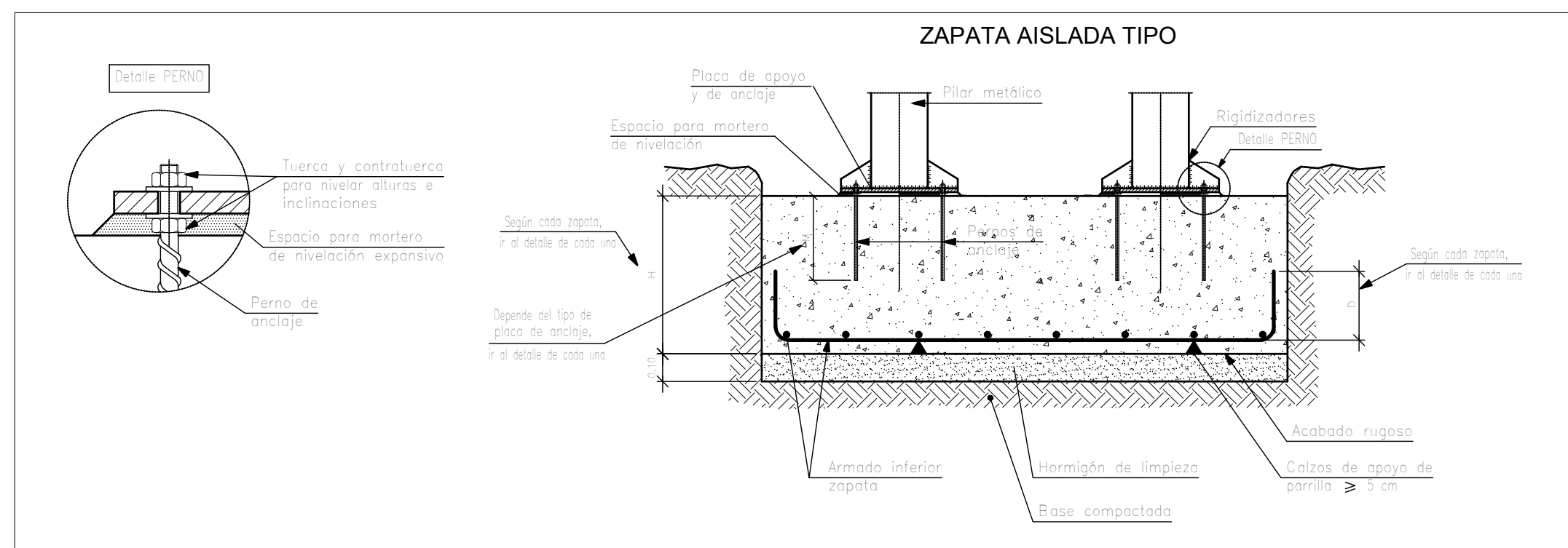
ESPECIFICACIÓN PARA MATERIALES Y HORMIGONES					
TIPO DE HORMIGÓN	ARIDO		TIPO DE CEMENTO	CONSISTENCIA CONO DE ABRAMS A 7 DIAS A 28 DIAS	RESIST. CARACTERÍSTICA f_{ck}
	TIPO	TAMAÑO MAX.			
HA-30/B/20/IIIa	MACHACADO	20 mm.	CEM II/A	BLANDA (6-9)	$\geq 16 \text{ N/mm}^2$

CARACTERÍSTICAS DEL ACERO LAMINADO Y CONFORMADO SEGÚN CTE (DB-SE-A)						
TIPO DE ACERO	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm ²)	LOCALIZACIÓN	COEF. PARCIALES DEL MATERIAL γ_w			
			γ_{w0}	γ_{w1}	γ_{w2}	γ_{w3}
S-275 JR	≤ 275	TODA LA OBRA	1.05	1.05	1.25	1.10

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE ARMADURAS (37.2.4 EHE'08)			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	UBICACIÓN	CLASE DE EXPOSICIÓN	
		IIIa	IIIb
CIMENTACIÓN	SUPERIOR	50 mm	
	INFERIOR	50 mm	
	LATERAL	80 mm	

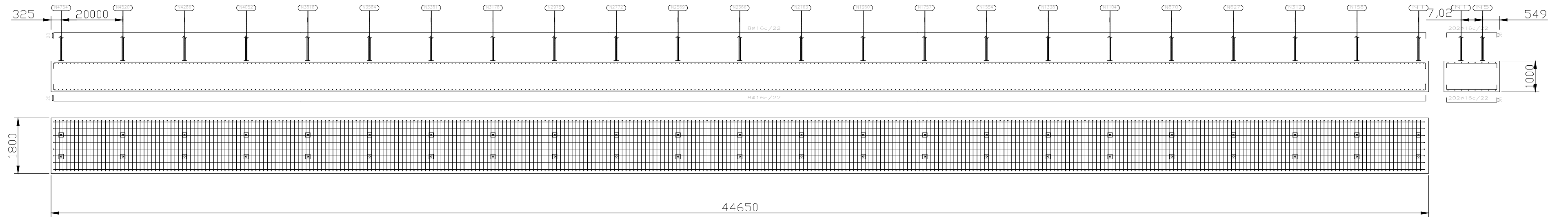


Zapata 1
44650 x 180 x 100
Ar Sup X: 8Ø16c/22
Ar Sup Y: 20Ø16c/22
Ar Inf X: 8Ø16c/22
Ar Inf Y: 20Ø16c/22
Zapata 2
13545 x 3200 x 75
Ar Sup X: 7Ø16c/29
Ar Sup Y: 46Ø16c/29
Ar Sup X: 7Ø16c/29
Ar Sup Y: 46Ø16c/29
Zapata 3
13545 x 3200 x 75
Ar Sup X: 7Ø16c/29
Ar Sup Y: 46Ø16c/29
Ar Sup X: 7Ø16c/29
Ar Sup Y: 46Ø16c/29

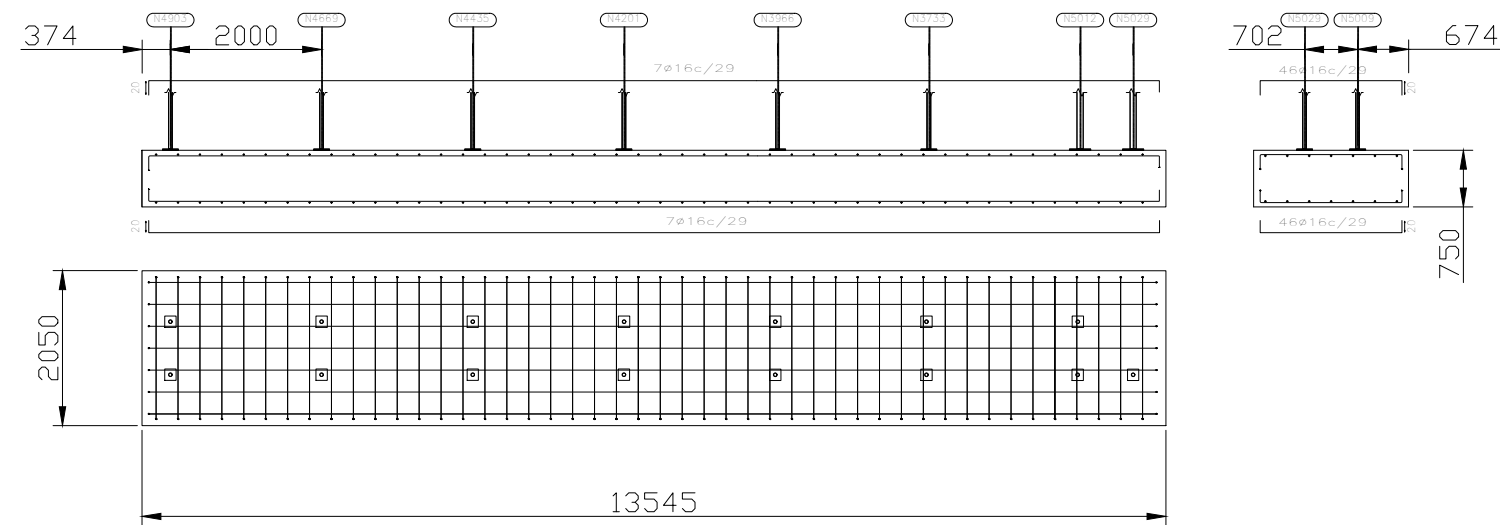


ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA OROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna	Nº PLANO: C-1
Comprobado: 07/2021	ESCALA: 1:100		Cimentación

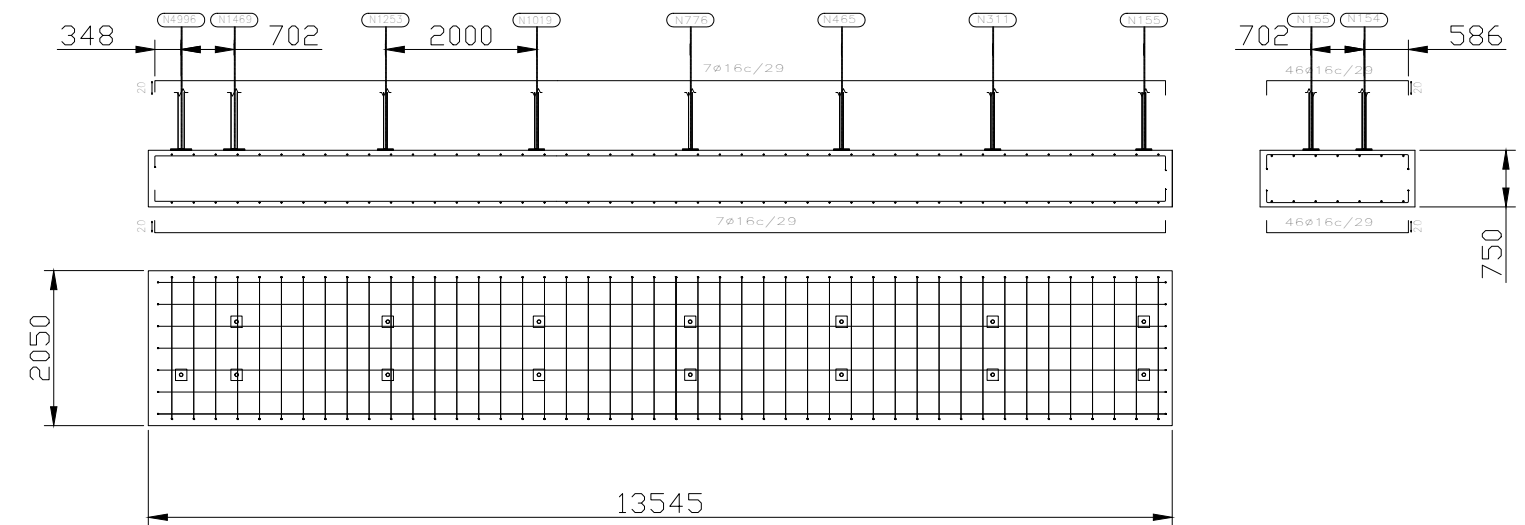
ZAPATA 1



ZAPATA 2

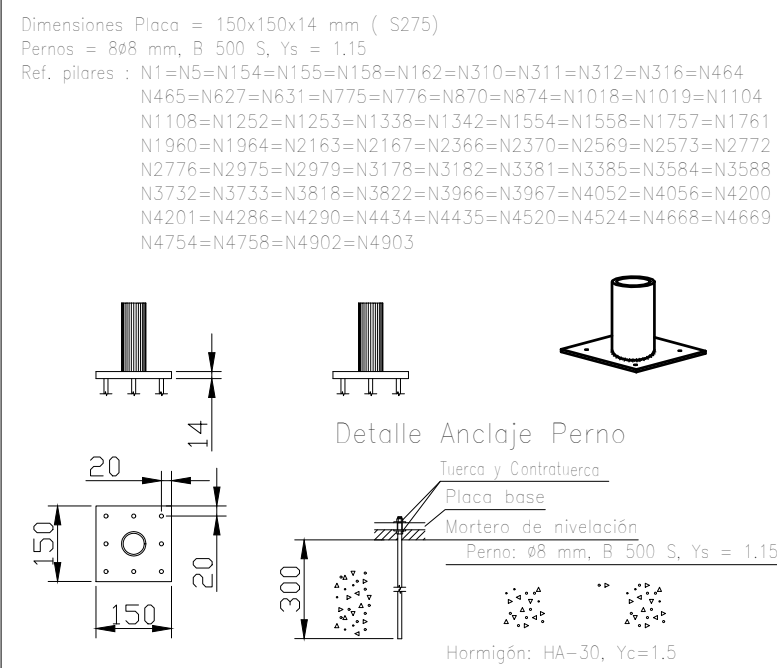


ZAPATA 3

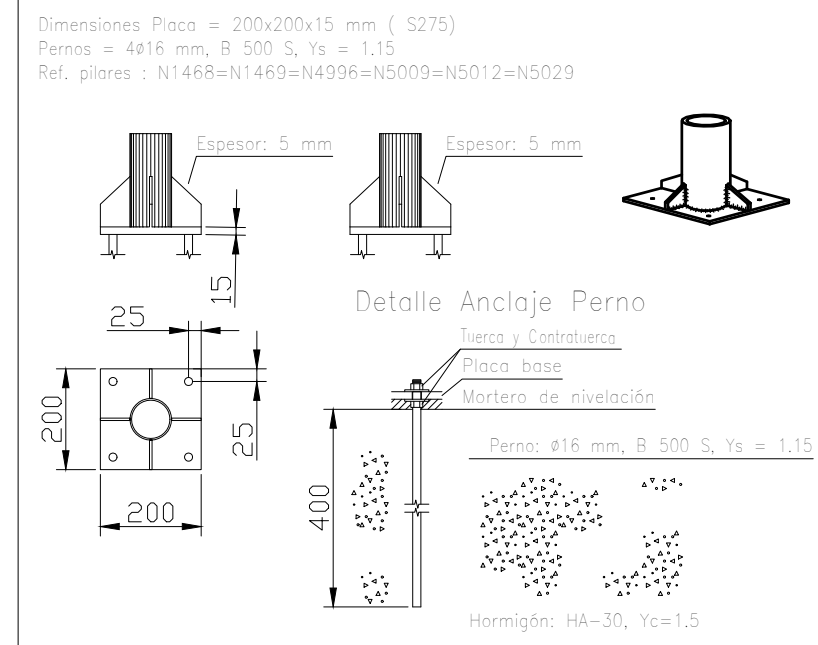


PLACAS DE ANCLAJE

TIPO 1

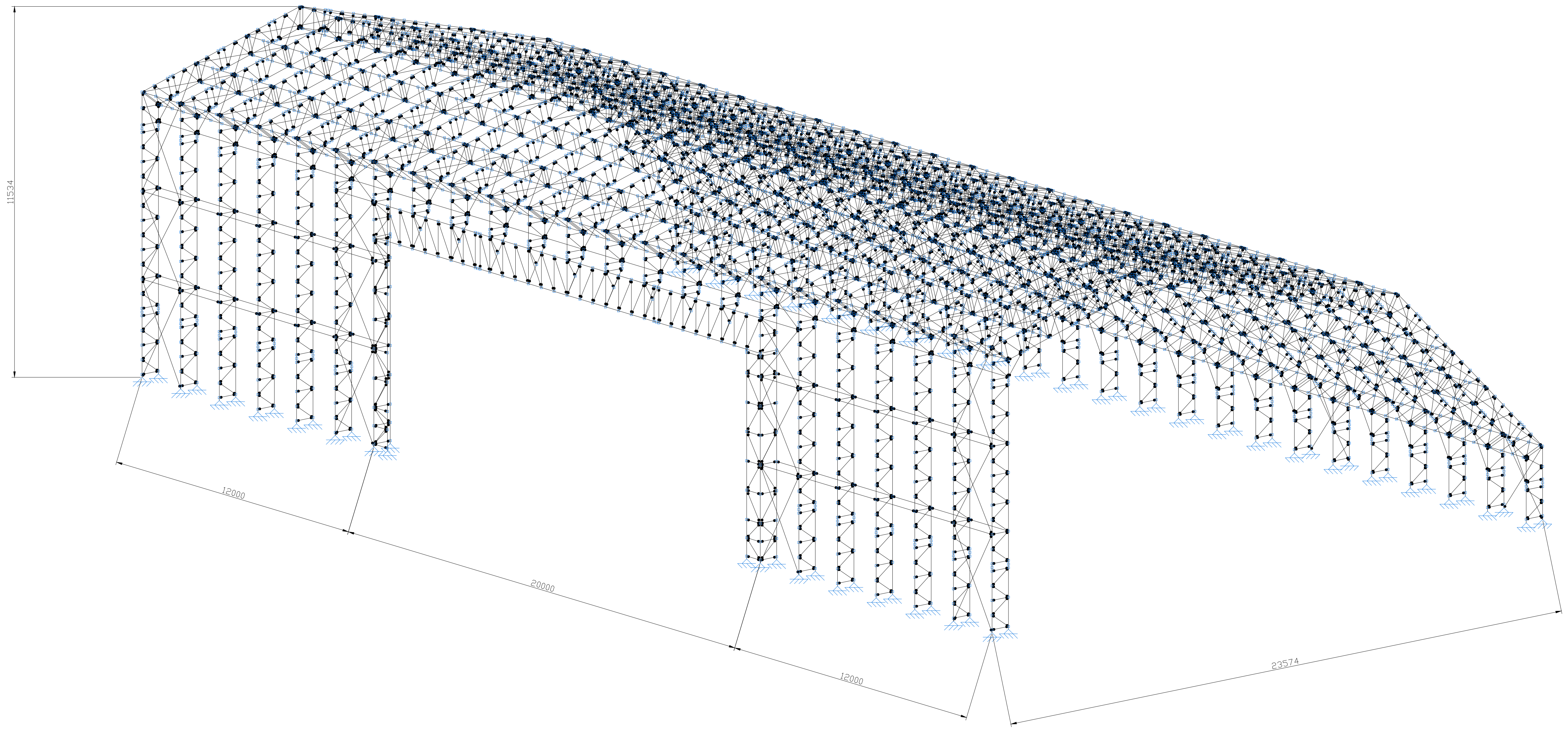


TIPO 2



ESCALA 1:15

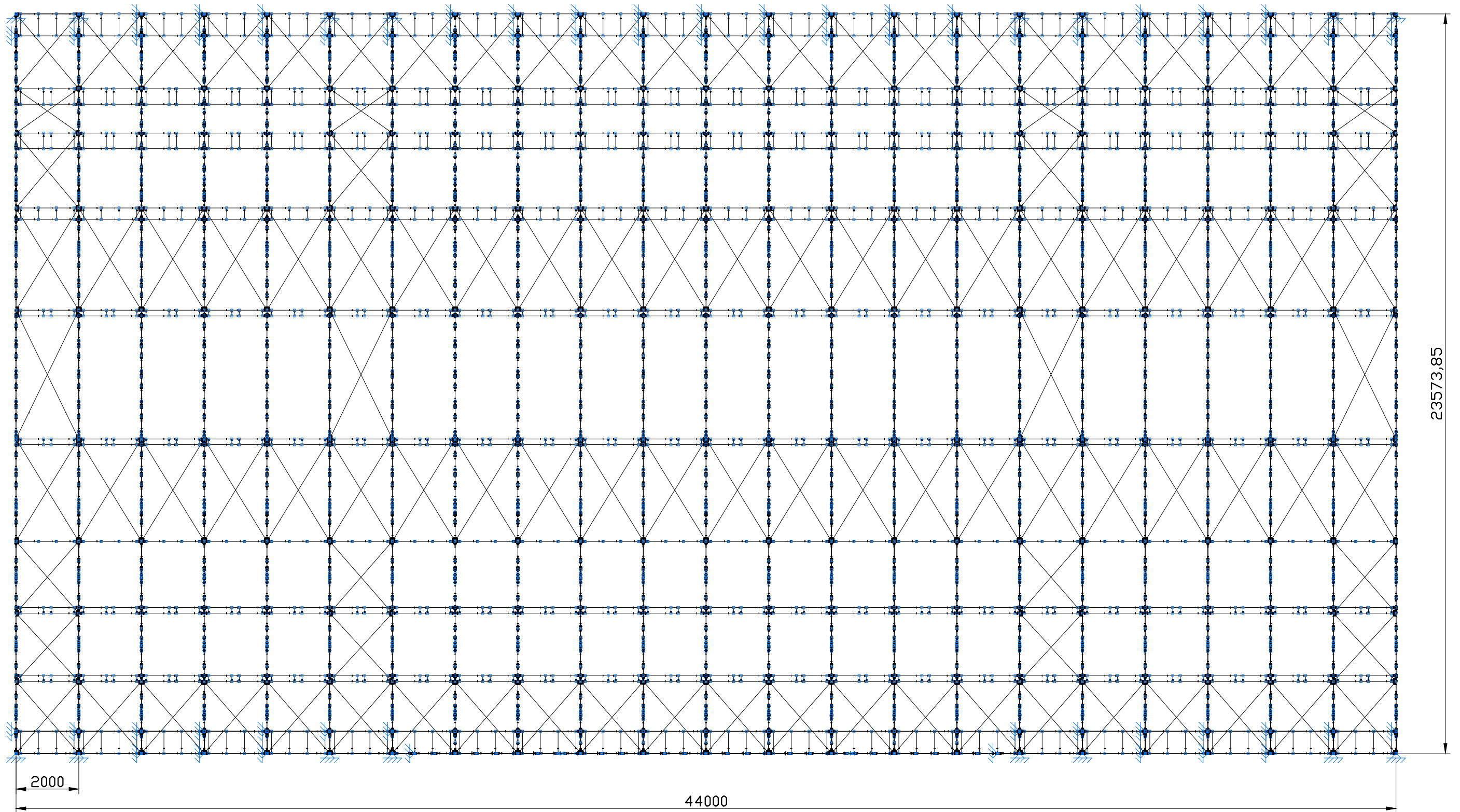
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA OROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2021	ESCALA: 1:100		Nº PLANO: C-2
Detalles zapatas y placas de anclaje			



REFERENCIA	PERFIL	Dimensiones (mm)
Haki 48,3	Tubular hueco	48,3*3,2
TUBO 51*2,6	Tubular hueco	51*2,6
TUBO 54*2,6	Tubular hueco	54*2,6
TUBO 82,5*3,2	Tubular hueco	82,5*3,2
TUBO 101,6*3,6	Tubular hueco	101,6*3,6
R10	Redondo	10
R15	Redondo	15

CARACTERÍSTICAS DEL ACERO LAMINADO Y CONFORMADO SEGÚN CTE (DB-SE-A)			
TIPO DE ACERO	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm ²)	LOCALIZACIÓN	COEF. PARCIALES DEL MATERIAL γ_{M}
	f_{yk}	N_{10}	N_{11}
S-275 JR	275	TODA LA OBRA	1,05 1,05 1,25 1,10

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA GROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna	
Comprobado: 07/2021			
ESCALA: 1:75	Perspectiva de la estructura metálica		Nº PLANO: E-1



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA OROTAVA

Autor: Jorge González Hernández

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: 07/2021

UNE-EN-DIN

ESCALA:

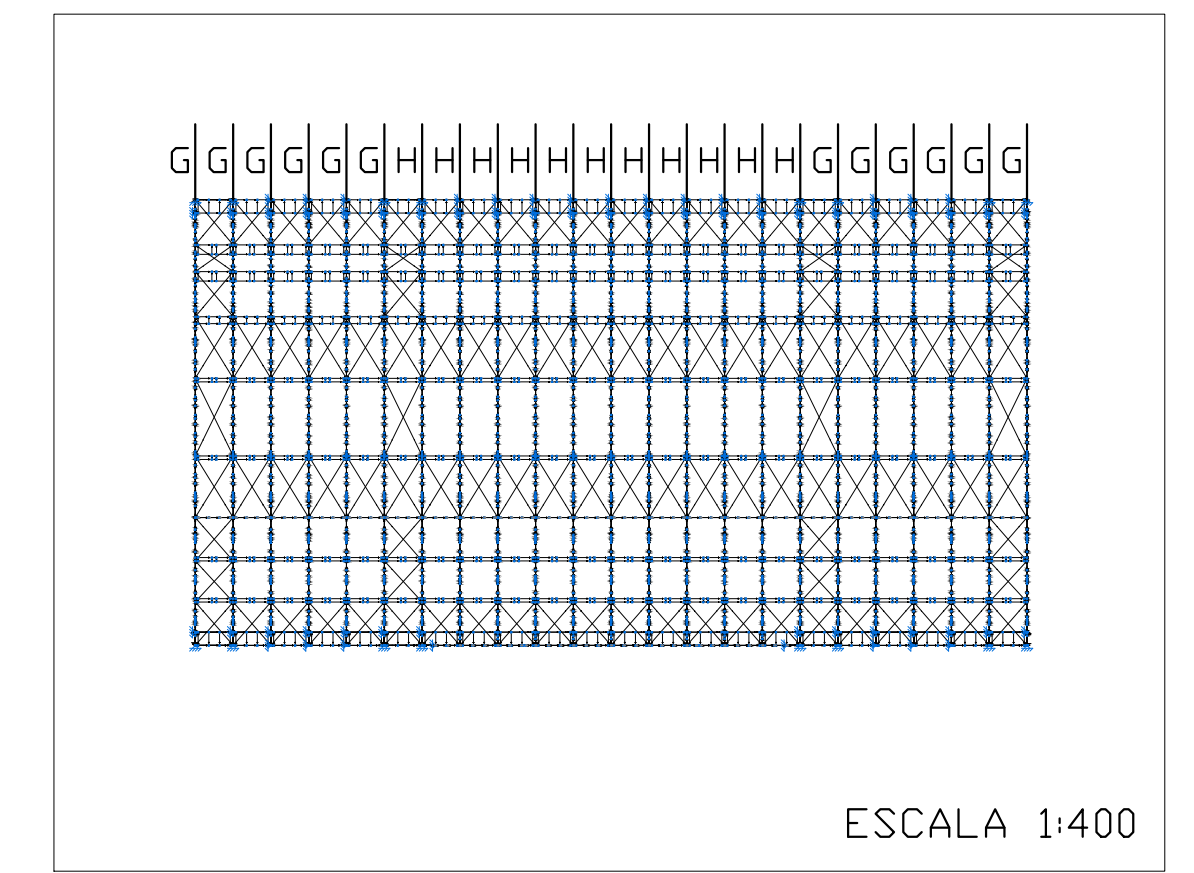
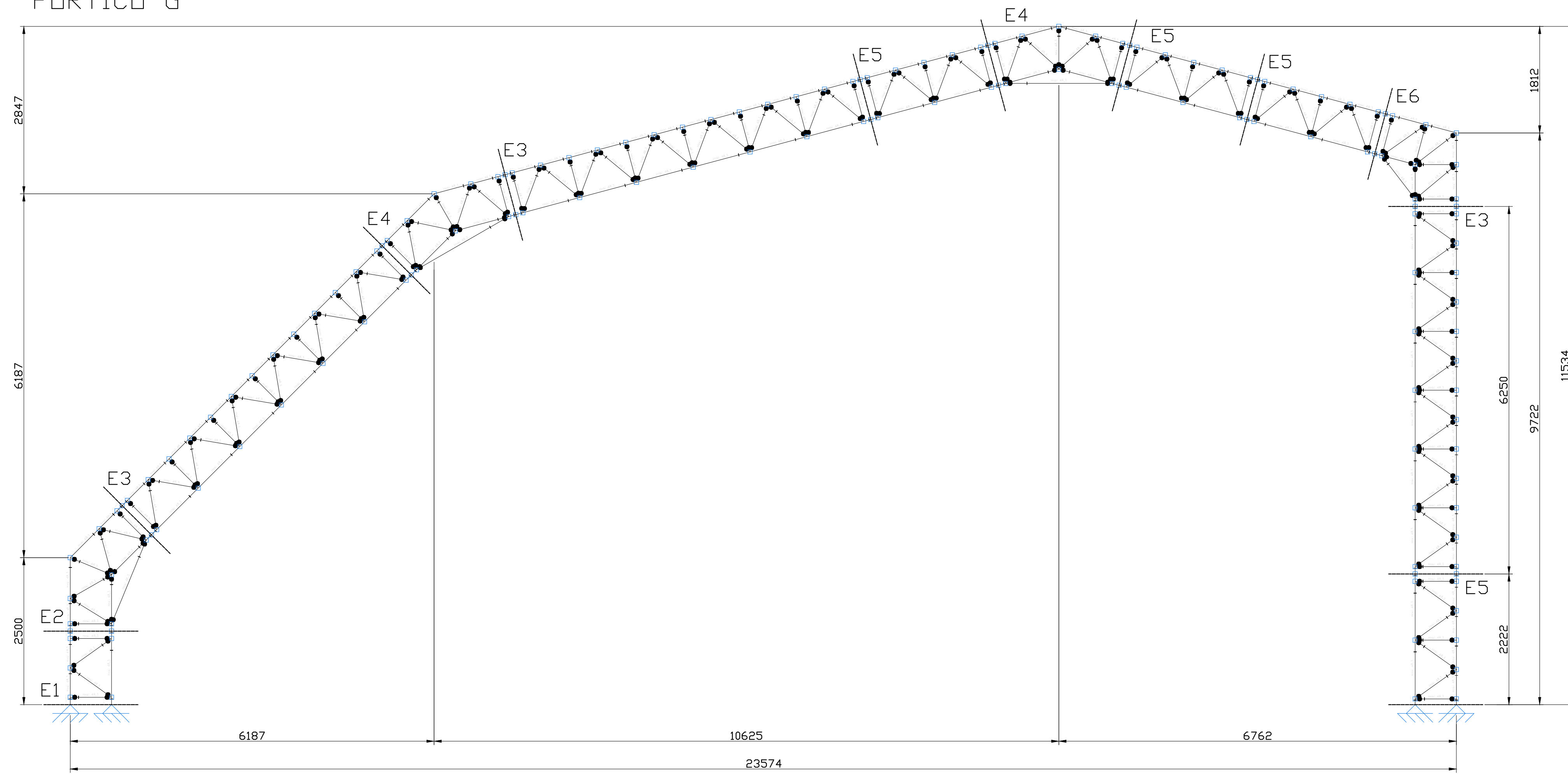
1:125

Planta estructura metálica

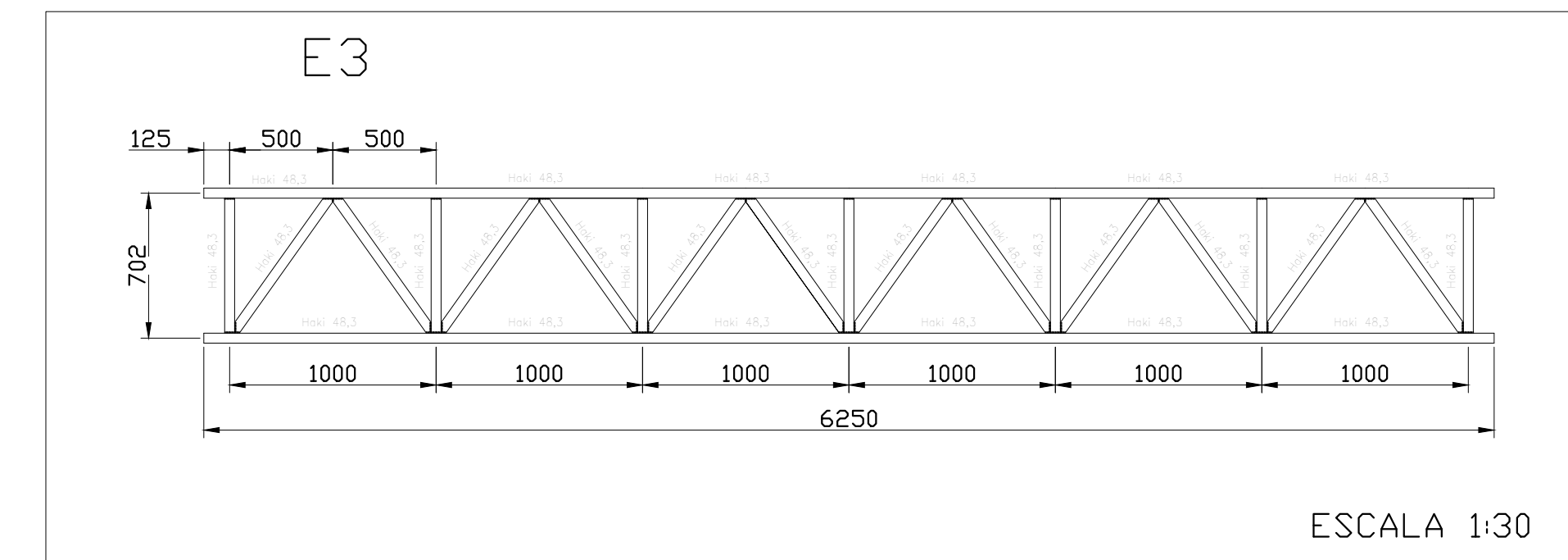
Nº PLANO:

E-2

PÓRTICO G

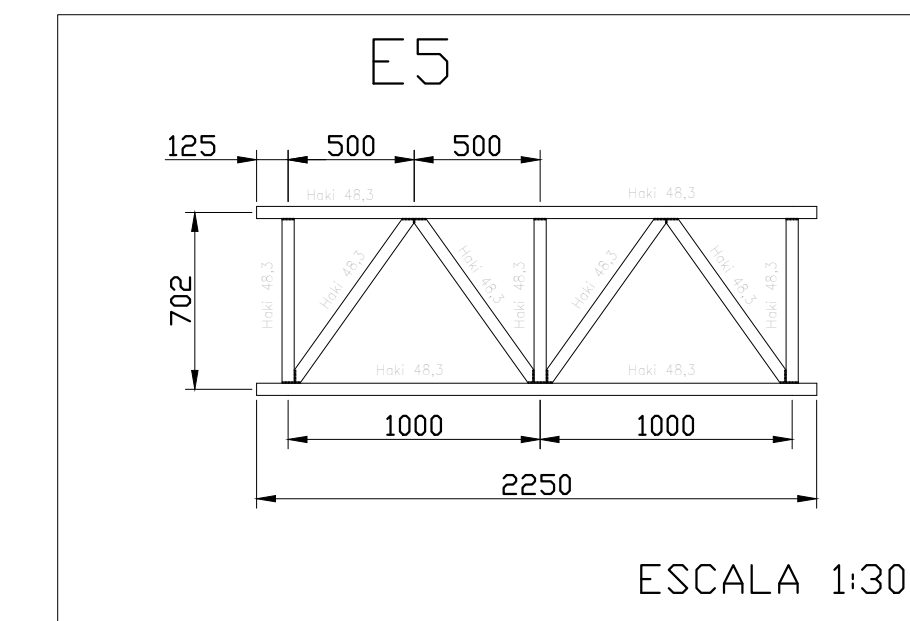
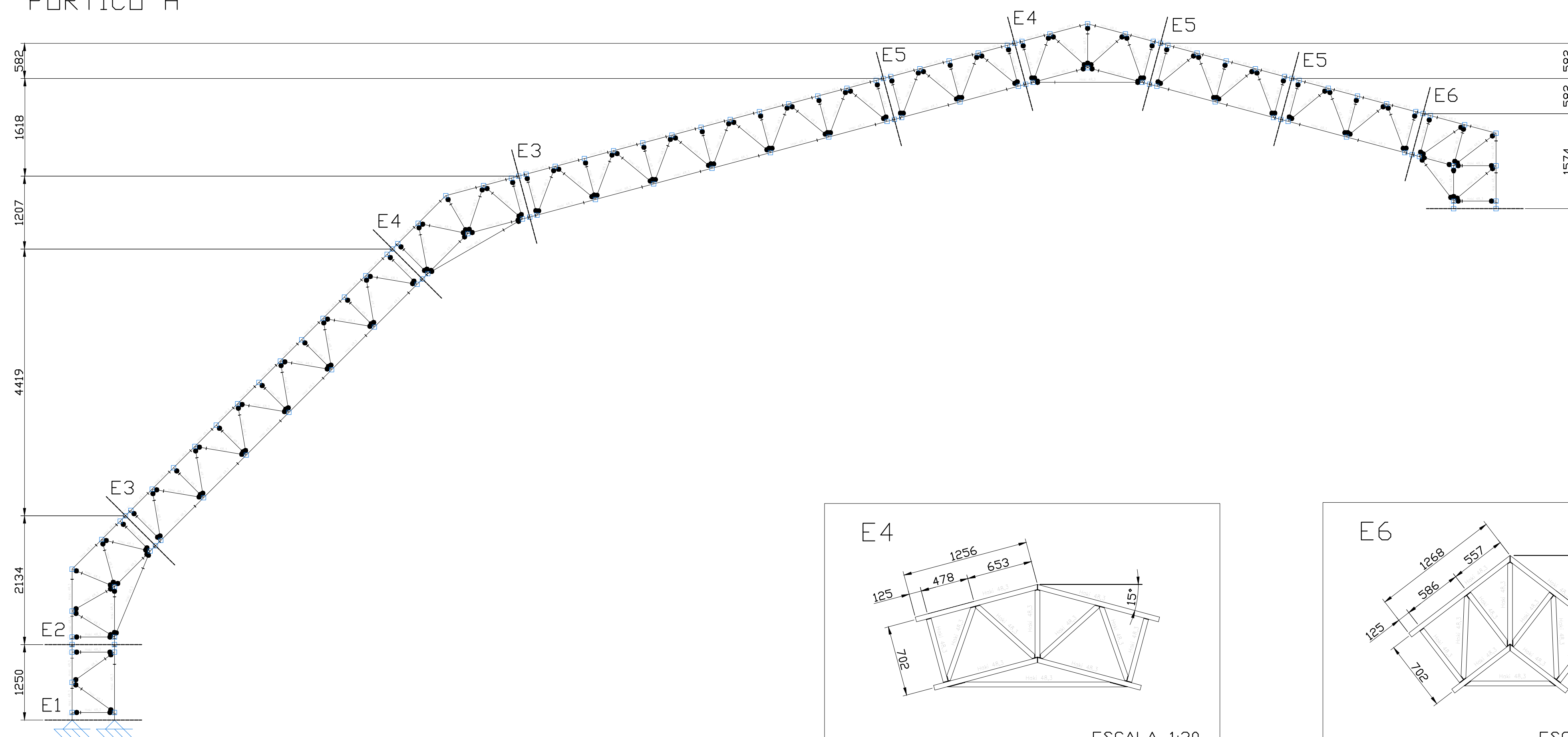


ESCALA 1:400

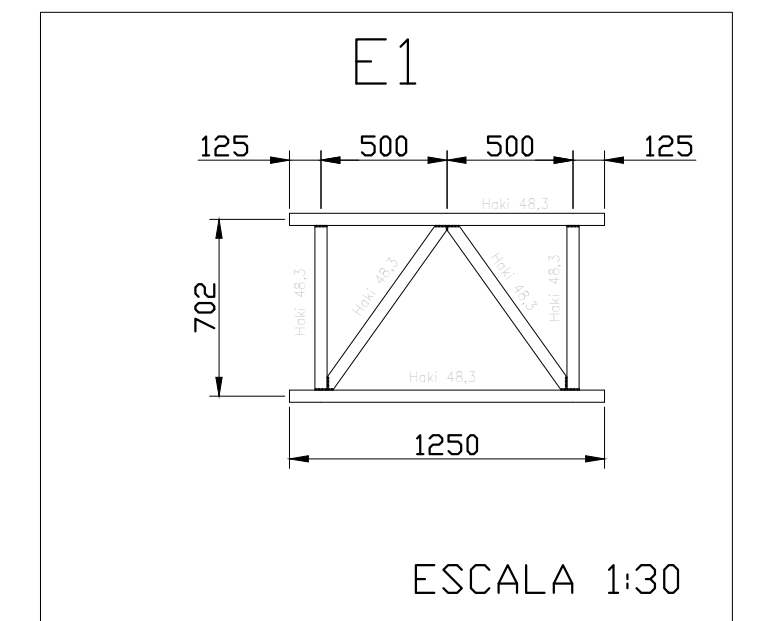


ESCALA 1:30

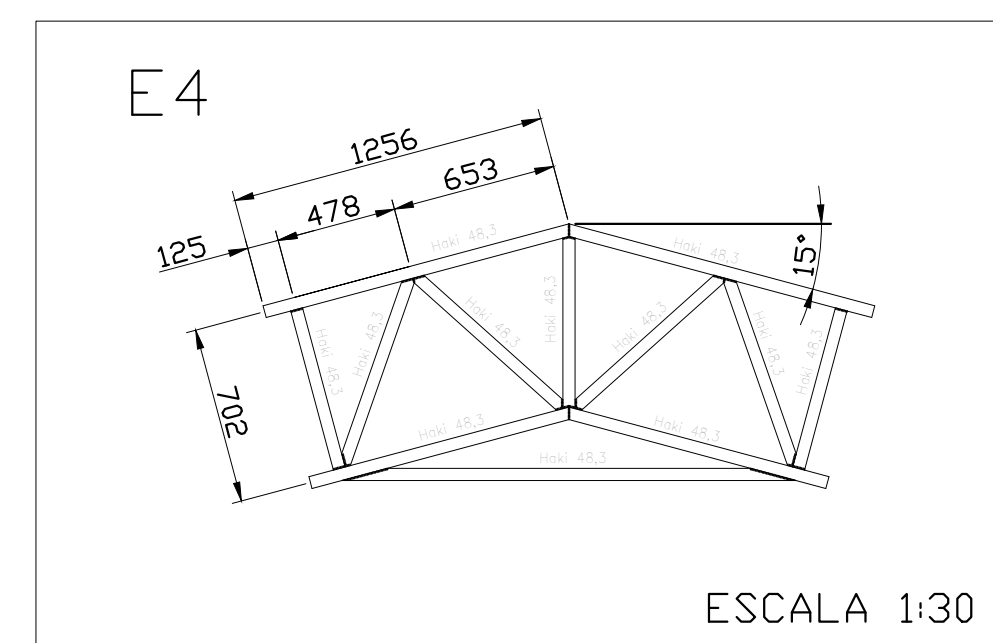
PÓRTICO H



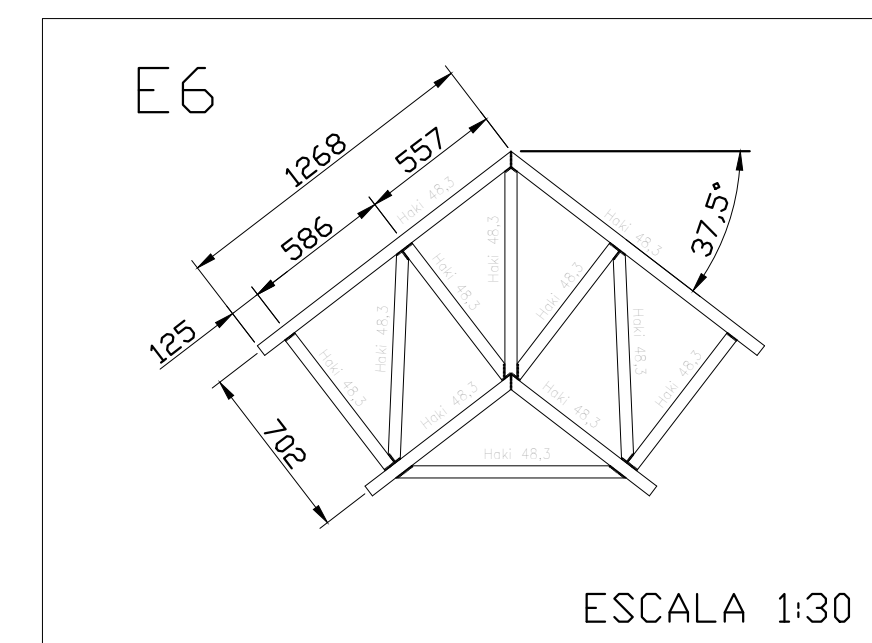
ESCALA 1:30



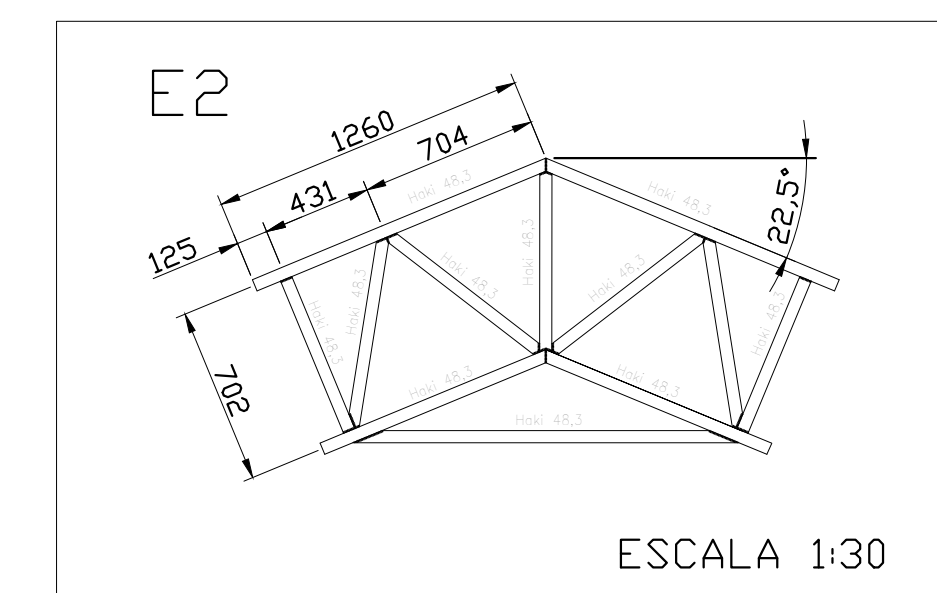
ESCALA 1:30



ESCALA 1:30

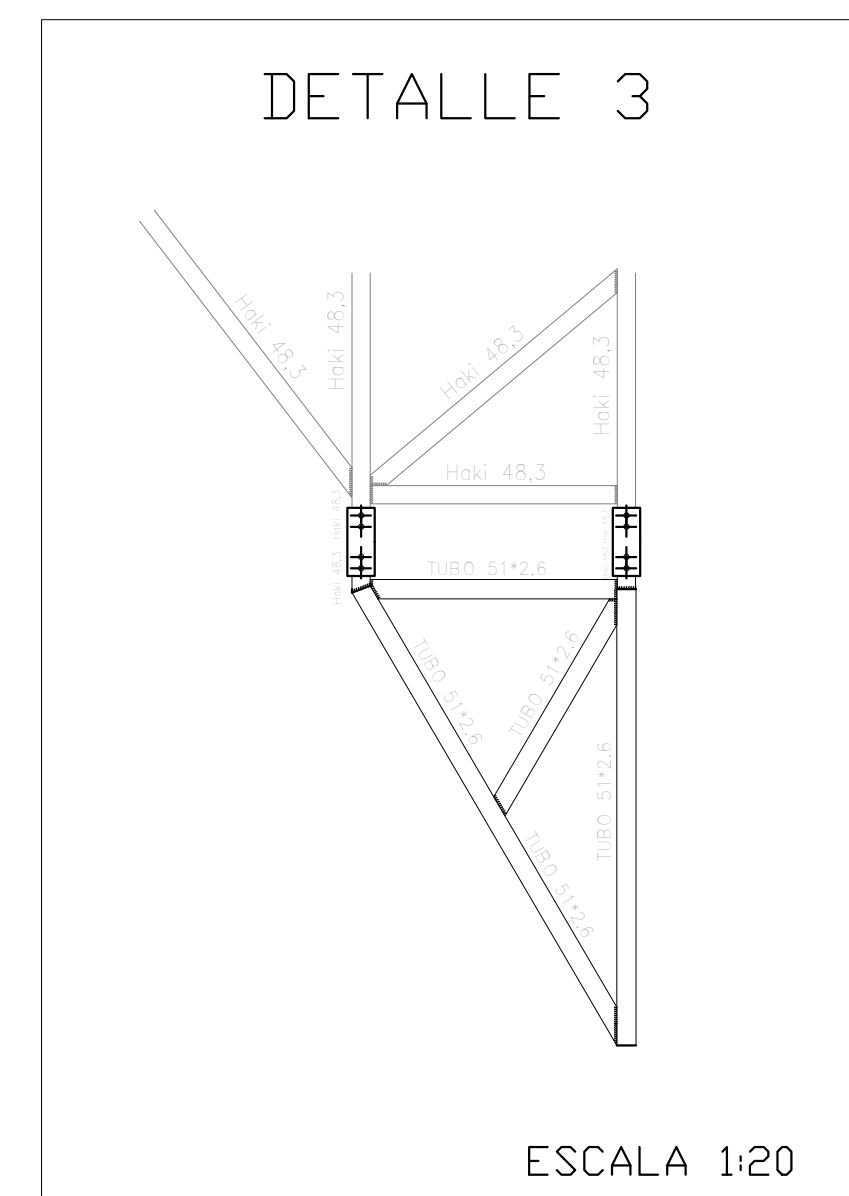
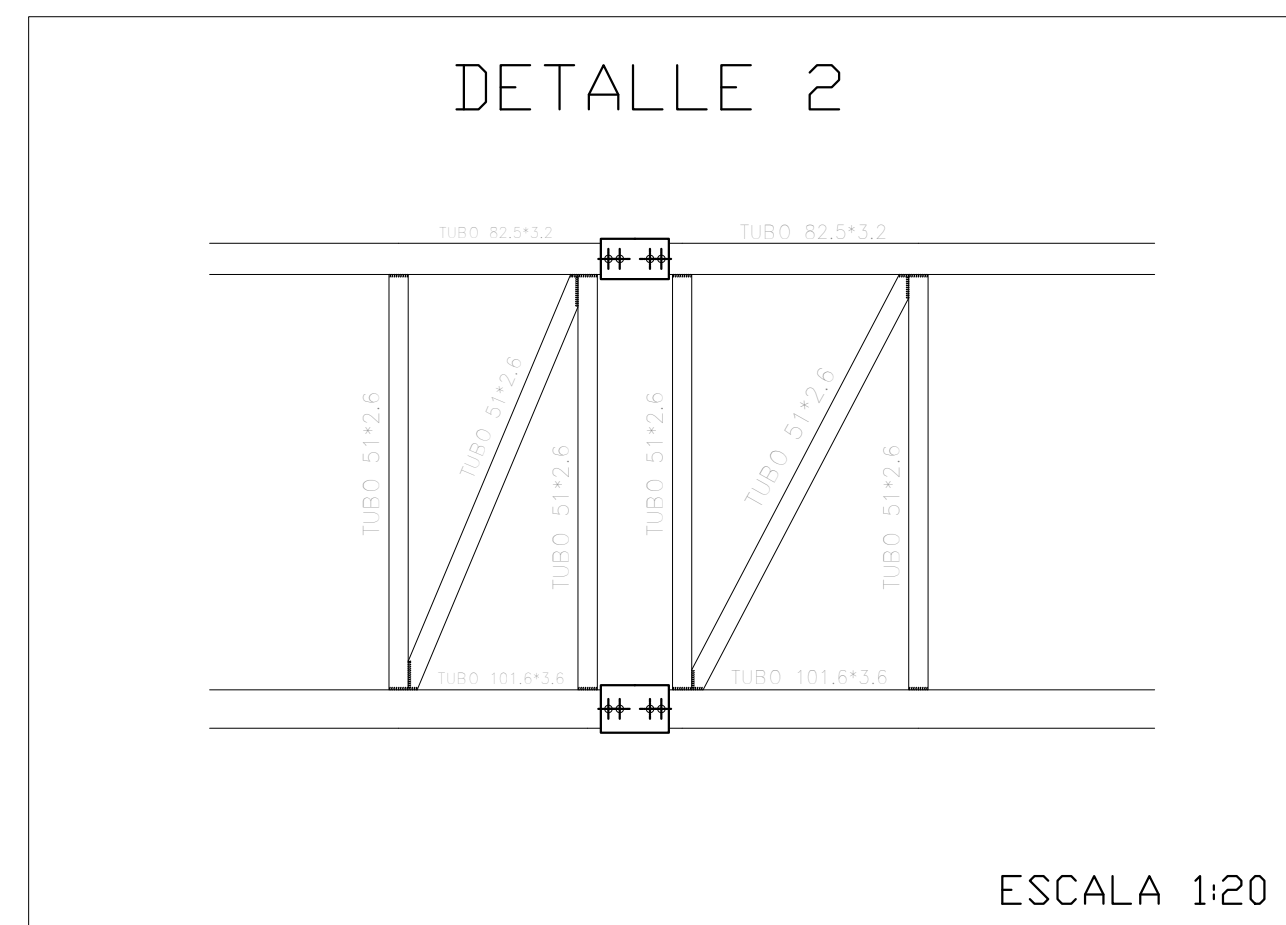
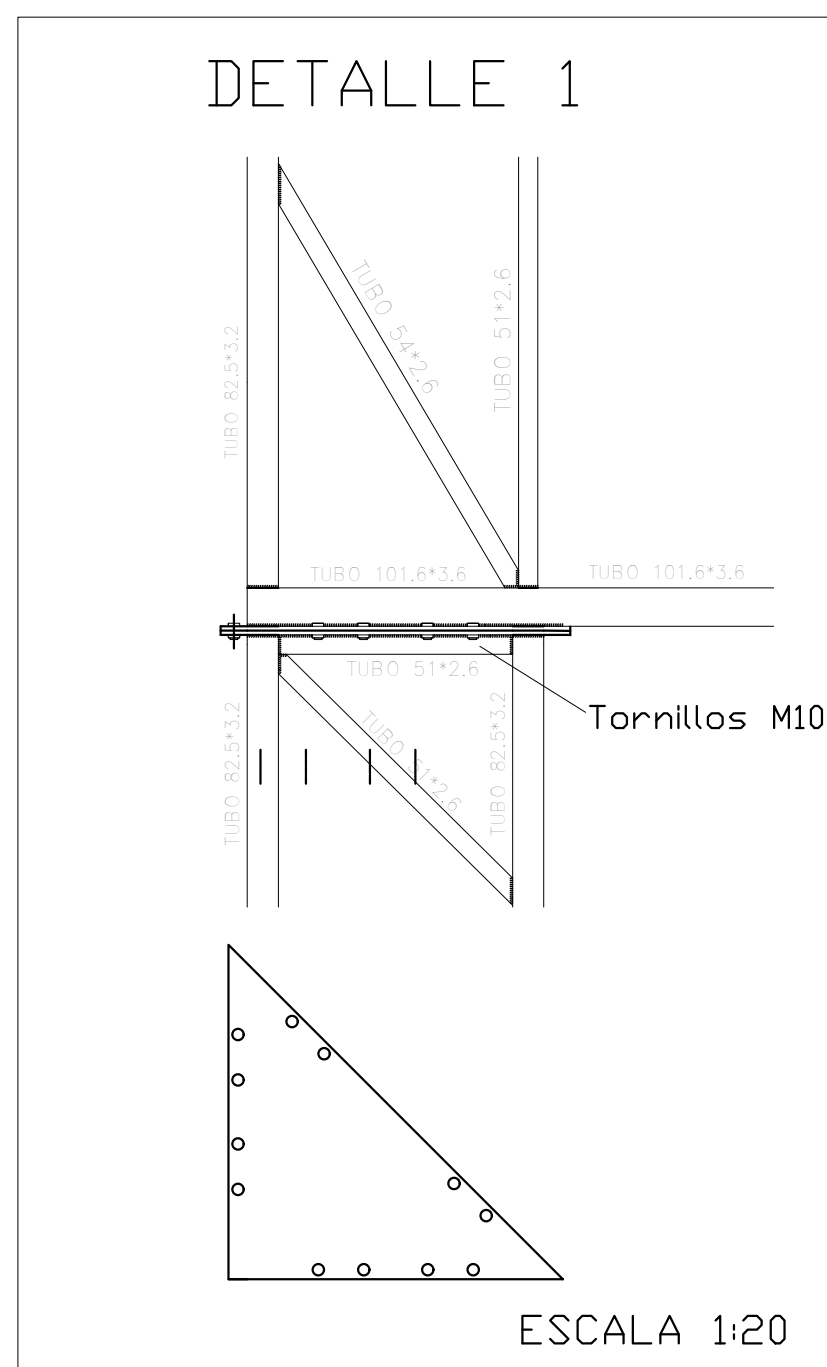
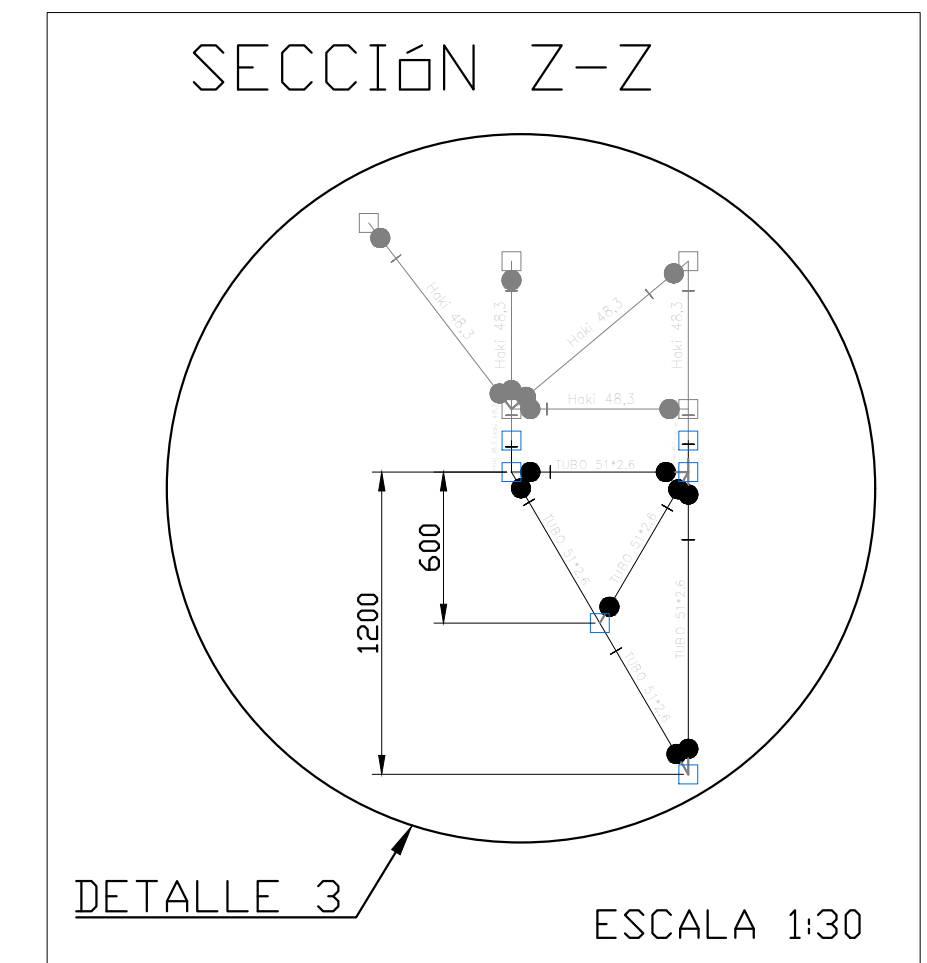
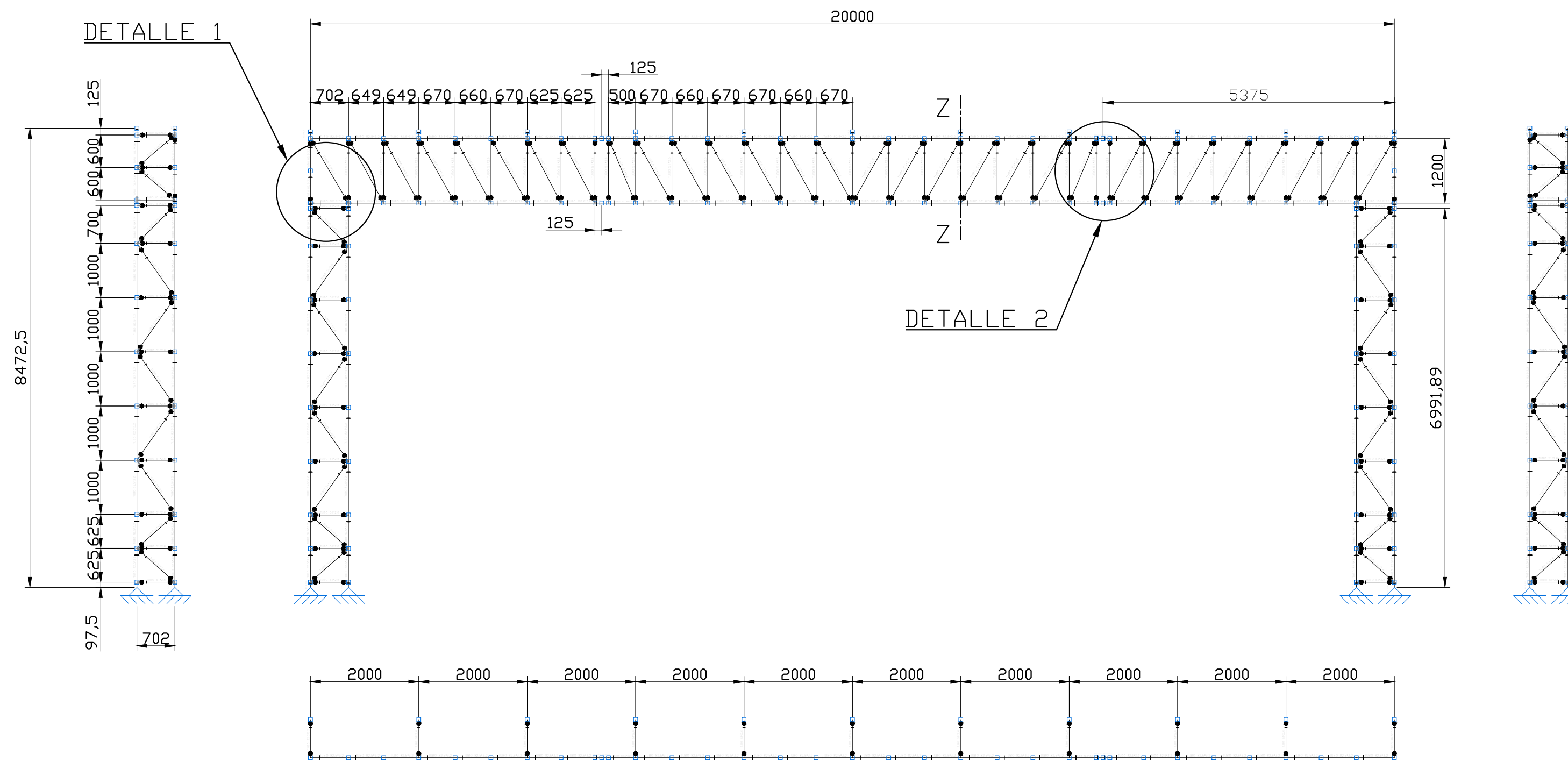


ESCALA 1:30



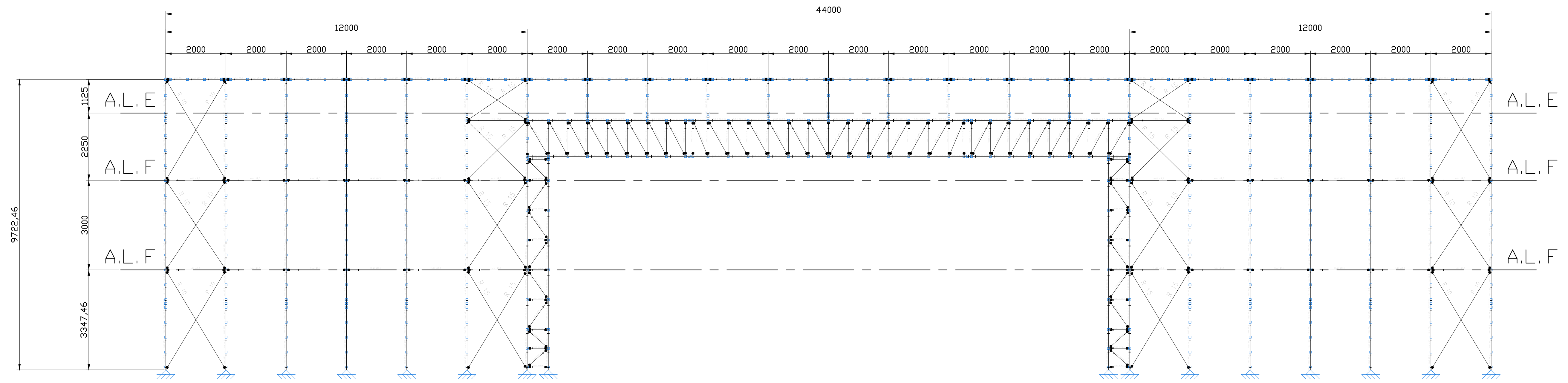
ESCALA 1:30

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA GROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna	Nº PLANO: E-3
Comprobado: 07/2021	ESCALA: 1:50		Estructura-Pórticos

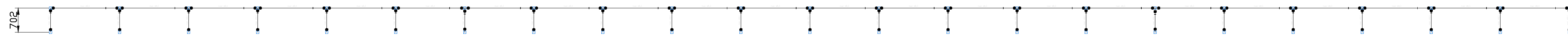


ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA ORTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: 07/2021			Grado Ingeniería Mecánica
ESCALA: 1:75	Estructura- Pórtico frontal y Uniones		Nº PLANO: E-4

LATERAL FRONTAL



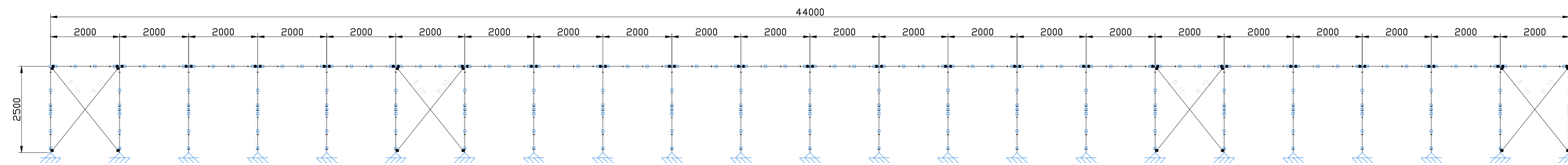
A.L. E (ARRIOSTRAMIENTO LONGITUDINAL)



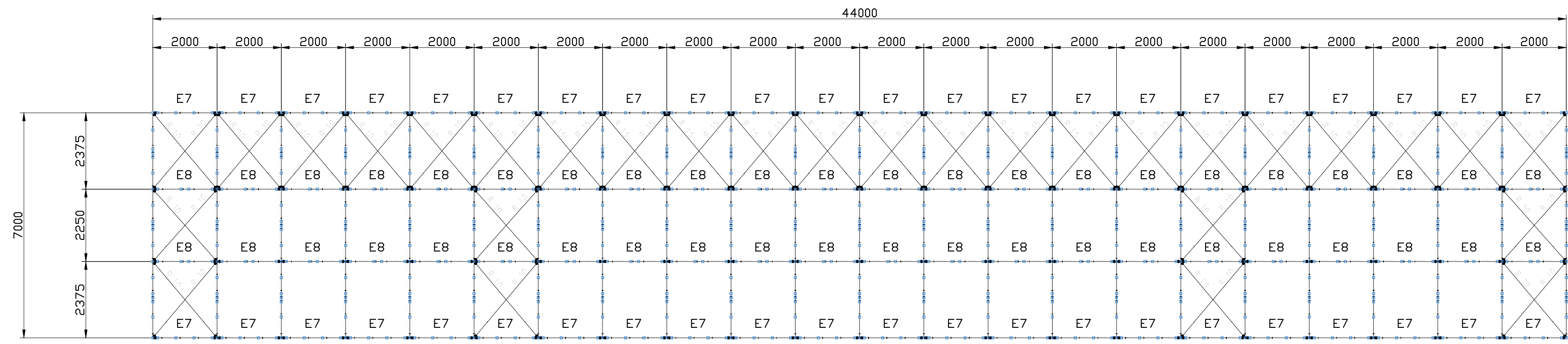
A.L. F (ARRIOSTRAMIENTO LONGITUDINAL)



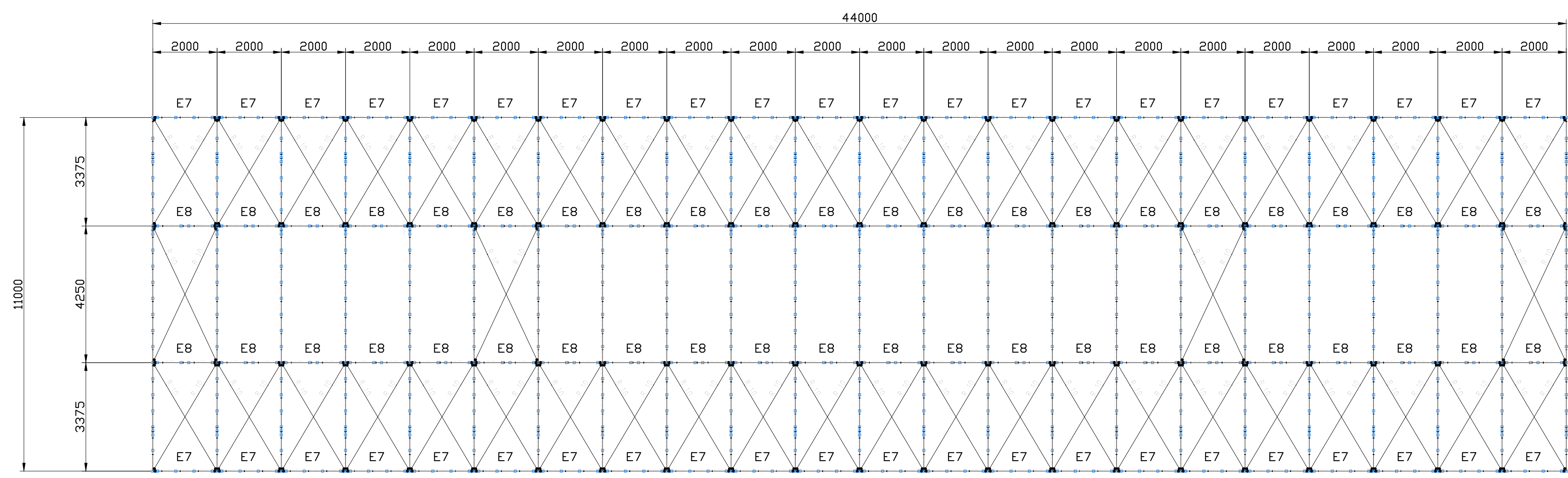
LATERAL TRASERA



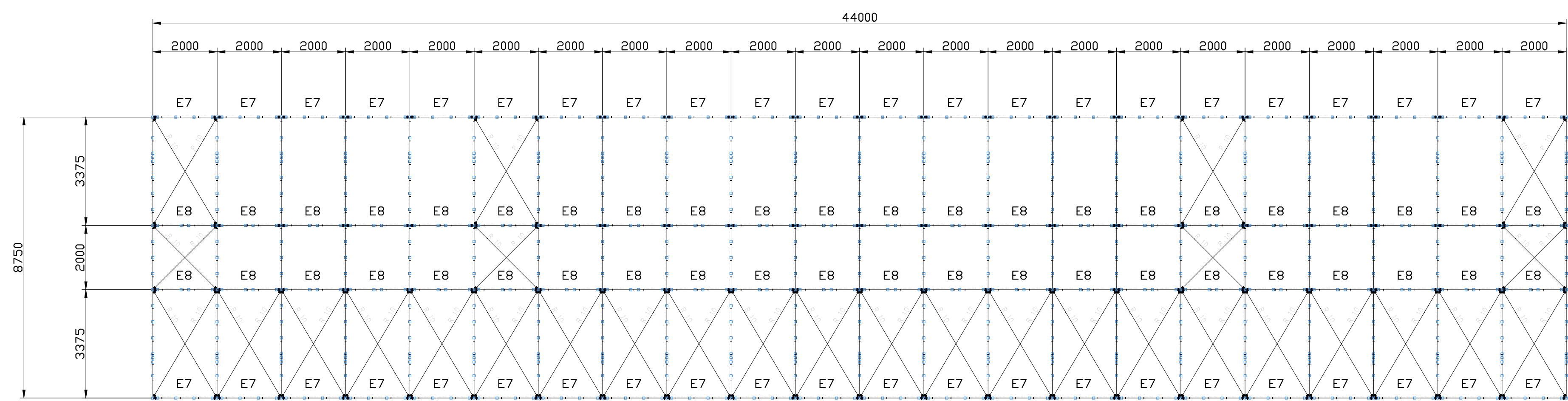
PAÑOS CUBIERTA (VERDADERA MAGNITUD)



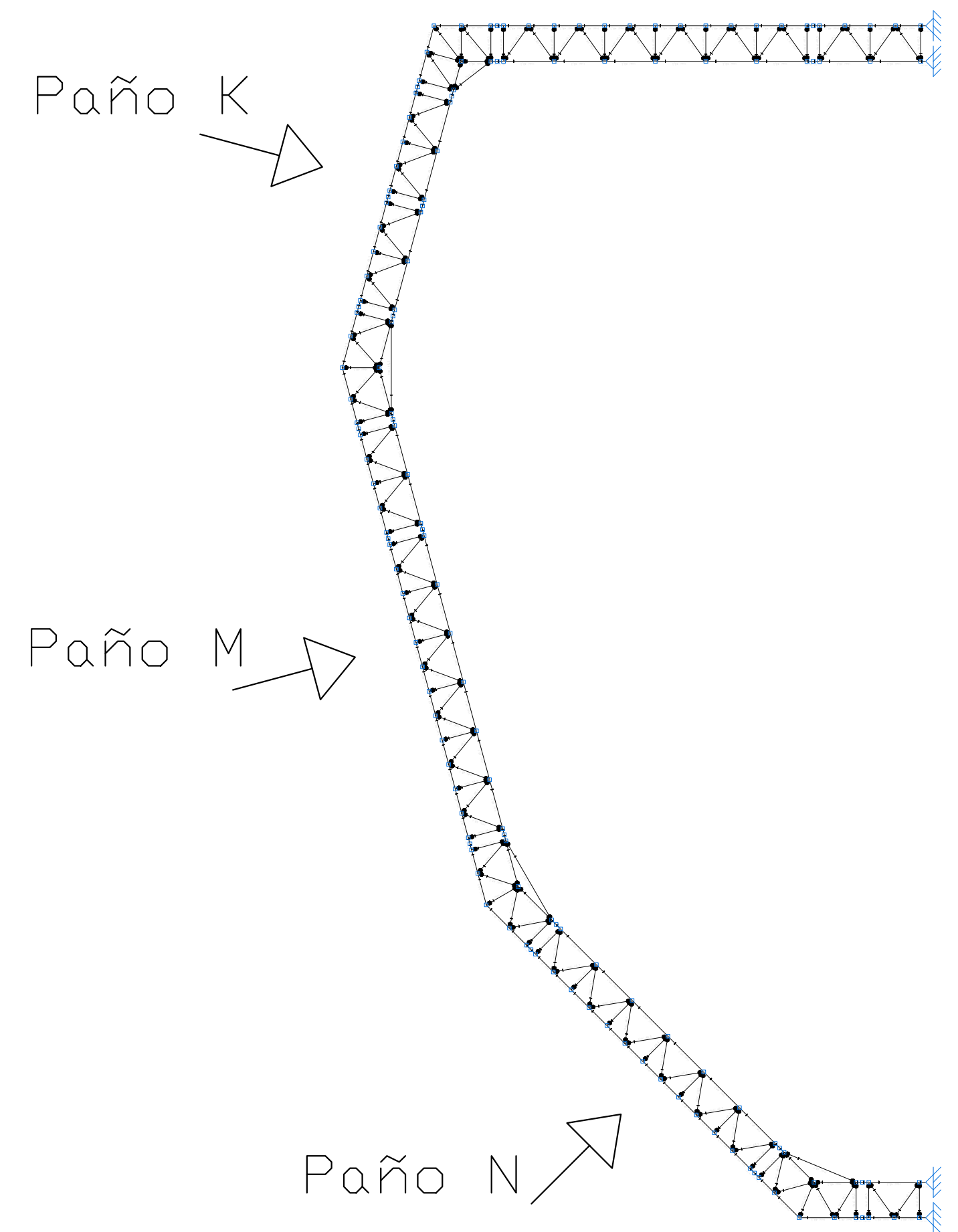
Paño K



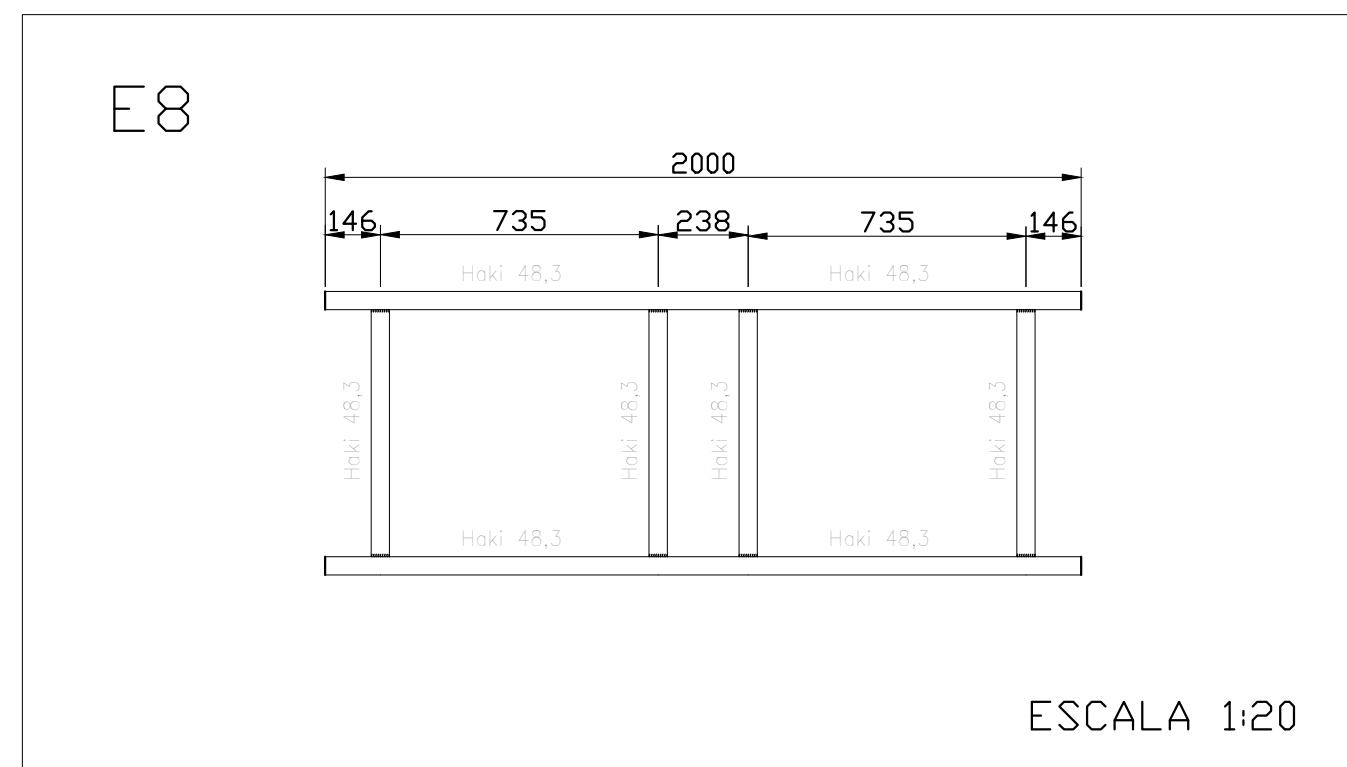
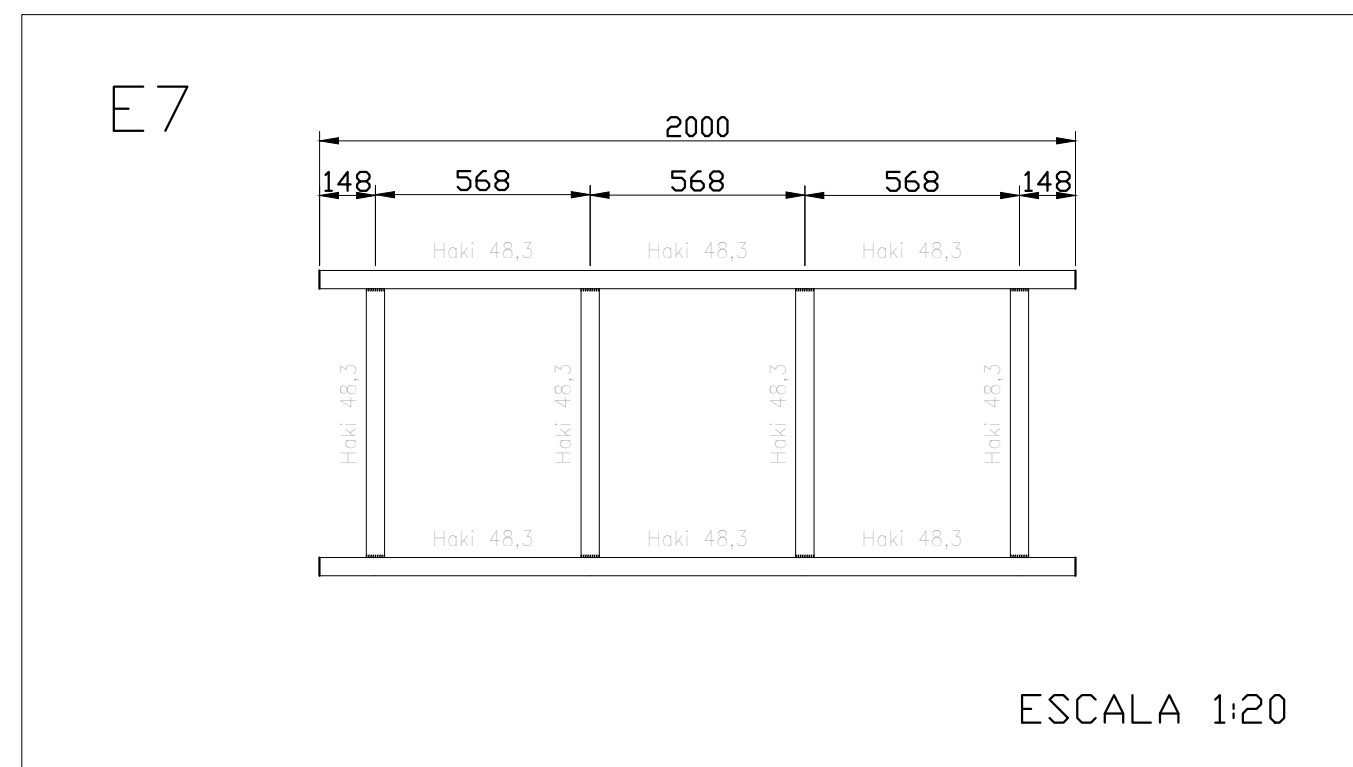
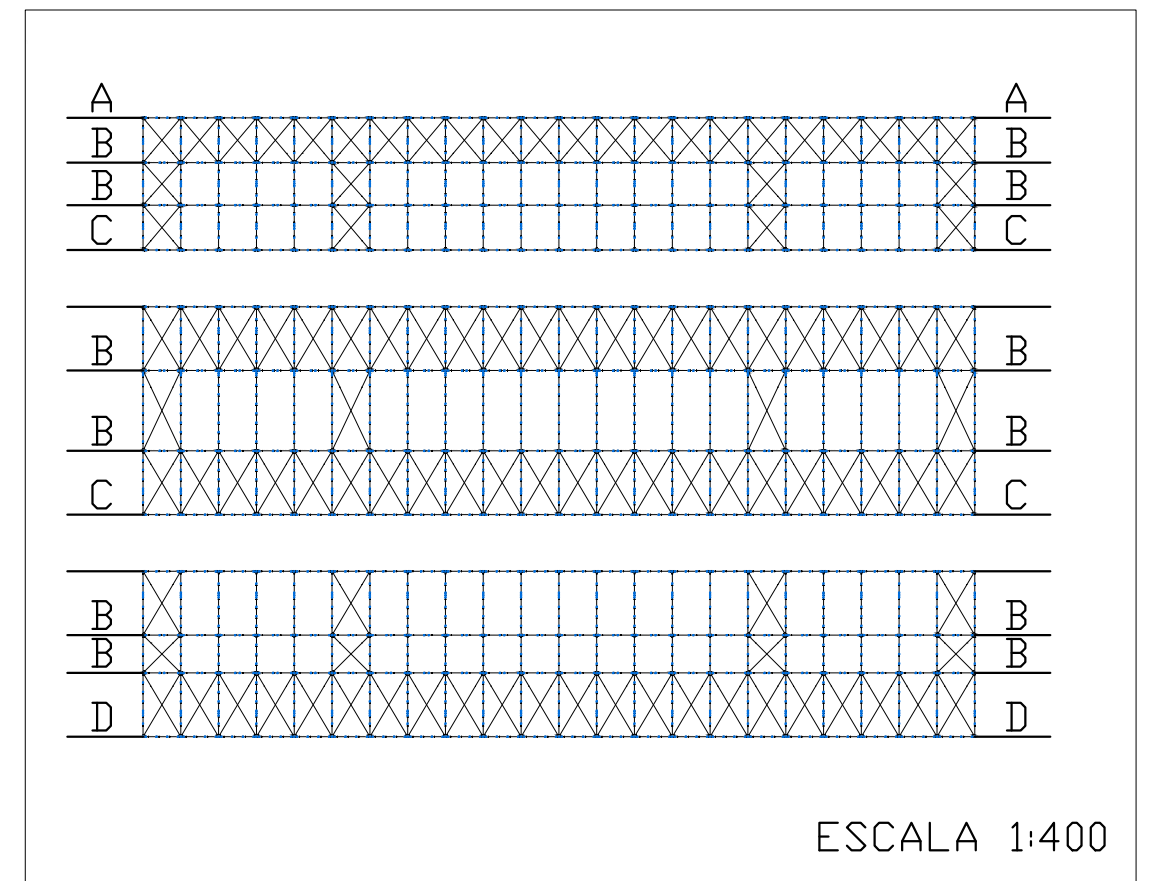
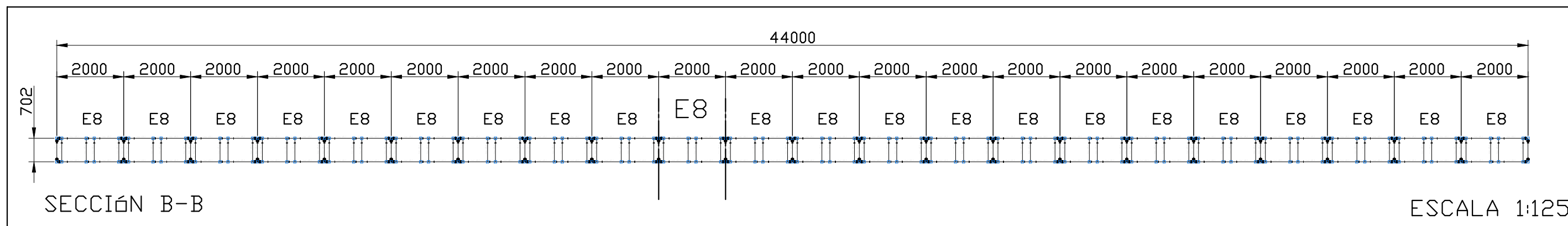
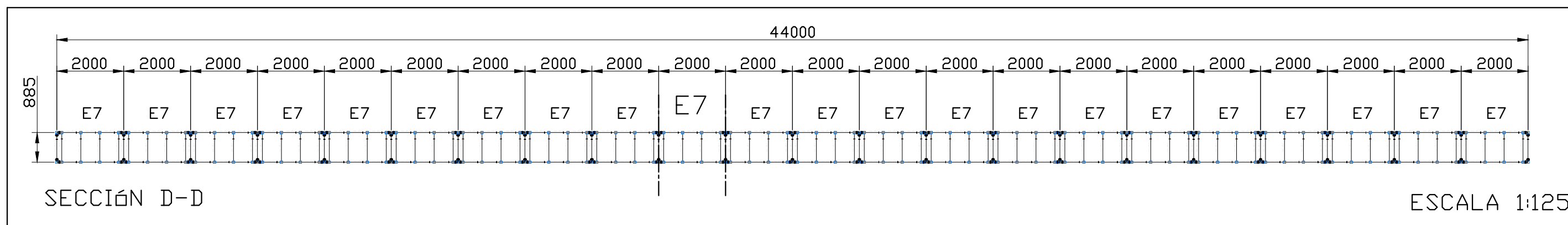
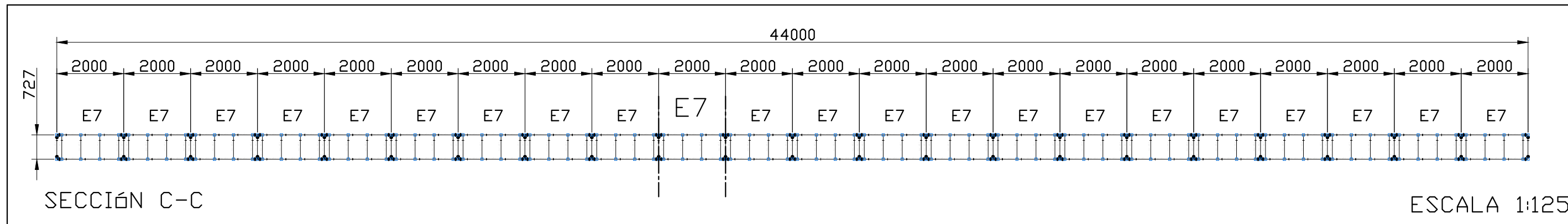
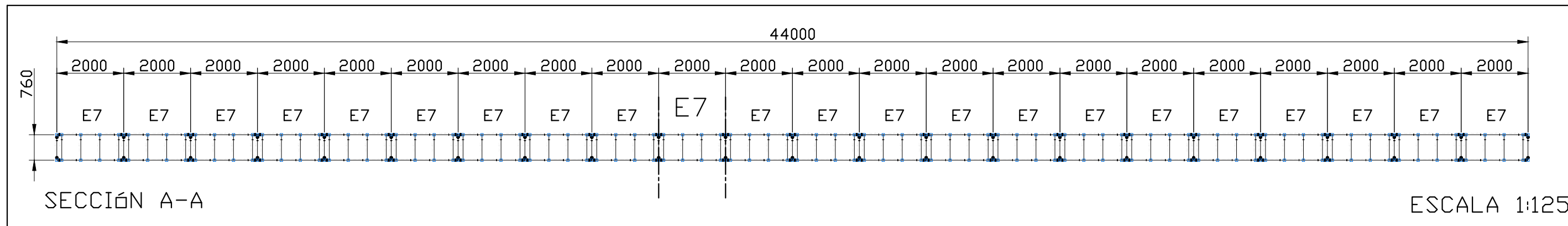
Paño M



Paño N



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA GROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna	
Comprobado: 07/2021			
ESCALA: 1:100	Estructura-Arriostamientos cubierta		Nº PLANO: E-6



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA OROTAVA			
Autor: Jorge González Hernández	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2021			
ESCALA: VARIAS	Estructura-Arriostramientos longitudinales		Nº PLANO: E-7

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA**

Grado en Ingeniería Mecánica

Título:

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA TEMPORAL PARA LA
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO DE LA
OROTAVA**

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Jorge González Hernández

Tutores:

Claudio Briones Barrera

Felipe Santiago Alcover Brito

La Laguna, JULIO DE 2021

ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO

		UND	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICION	Sub. Total medicion	Precio partida	Sub Total Partida	Total
CAPITULO 0. MOVIMIENTO TIERRAS										
01.01	m3	EXCV. ZANJAS Y CIM. MAQUINAS								
		Excavación en zanjas para preparación de cimentaciones en terrenos flojos por medios mecánicos incluso transporte a vertedero de tierras.								
		Zapata 1	1	2200	45050	1100	109,02			
		Zapata 2	1	2450	13945	850	29,04			
		Zapata 3	1	2450	13945	850	29,04			
							167,10	14,6	2439,688105	
CAPITULO 1. CIMENTACIÓN										
01.01	m3	HORM.LIMPIEZA HM-20/P20/1 V.MAN								
		Hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. (espesor 10 cm)								
		Zapata 1	1	2200	45050	100	9,911			
		Zapata 2	1	2450	13945	100	3,416525			
		Zapata 3	1	2450	13945	100	3,416525			
							16,74	14,6	244,46313	
01.02	m3	HORM. HA-30/P20/1 CIM. V. BOMBA								
		Hormigón en masa HA-30 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ y EHE.								
		Zapata 1	1	1800	44650	1000	80,37			
		Zapata 2	1	2050	13545	750	20,83			
		Zapata 3	1	2050	13545	750	20,83			
							122,02	14,6	1781,504775	
01.01	m2	ENCOFRADO DE ZANJAS								
		Superficie de madera empleada para el encofrado de las zanjas de la cimentación, colocada mediante medios manuales								
		Zapata 1	1	3600000	89300000	-	92,9			
		Zapata 2	1	3075000	20317500	-	23,3925			
		Zapata 3	1	3075000	20317500	-	23,3925			
							139,69	14,6	2039,401	
01.04	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S								
		Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.								
		Zapata 1	1	202	1,8	1,58	574,488			
			1	8	44,65	1,58	564,376			
		Zapata 2	1	46	2,05	1,58	148,994			
			1	7	13,545	1,58	149,8077			
		Zapata 2	1	46	2,05	1,58	148,994			
			1	7	13,545	1,58	149,8077			
							1736,4674	1,56	2708,889144	
CAPITULO 2. ESTRUCTURAS										
01.06	kg	ACERO S275EN ESTRUCT.SOLIDAD								
		<i>barras circulares Haki D=48,3mm; t=3,6mm</i>								
		Portico G								
		E1								
		12	2	0,702	4,53		76,32144			
		12	2	1,25	4,53		135,9			
		12	2	0,862	4,53		93,71664			
		E2								
		12	2	0,702	4,53		76,32144			
		12	5	0,824	4,53		223,9632			
		12	2	1,26	4,53		136,9872			
		12	3	1,26	4,53		205,4808			
		E3								
		36	2	6,25	4,53		2038,5			
		36	7	0,702	4,53		801,37512			
		36	12	0,862	4,53		1686,89952			
		E4								
		24	4	1,25647	4,53		546,413674			
		24	2	0,702	4,53		152,64288			
		24	5	0,85	4,53		462,06			
		E5								
		48	2	2,25	4,53		978,48			
		48	3	0,702	4,53		457,92864			
		48	4	0,862	4,53		749,73312			
		E6								
		12	4	1,27	4,53		276,1488			
		12	4	0,702	4,53		152,64288			
		12	4	0,915	4,53		198,9576			
		PÓRTICO H								
		E1								
		11	2	0,702	4,53		69,96132			
		11	2	1,25	4,53		124,575			
		11	2	0,862	4,53		85,90692			
		E2								
		11	2	0,702	4,53		69,96132			
		11	5	0,824	4,53		205,2996			
		11	2	1,26	4,53		125,5716			
		11	3	1,26	4,53		188,3574			
		E3								
		22	2	6,25	4,53		1245,75			
		22	7	0,702	4,53		489,72924			
		22	12	0,862	4,53		1030,88304			
		E4								
		22	4	1,25647	4,53		500,879201			
		22	2	0,702	4,53		139,92264			
		22	5	0,85	4,53		423,555			
		E5								
		33	2	2,25	4,53		672,705			
		33	3	0,702	4,53		314,82594			
		33	4	0,862	4,53		515,44152			
		E6								
		11	4	1,27	4,53		253,1364			
		11	4	0,702	4,53		139,92264			
		11	4	0,915	4,53		182,3778			
		PÓRTICO FRONTAL								
		1	8	8,5	4,53		308,04			
		1	2	20	4,53		181,2			
		1	44	0,702	4,53		139,92264			
		1	10	0,94	4,53		42,582			
		1	10	1,23	4,53		55,719			
		1	6	0,94	4,53		25,5492			
		1	10	1,23	4,53		55,719			
		1	36	1,39	4,53		226,6812			
		1	35	1,2	4,53		190,26			
		9	1	1,342	4,53		54,71334			
		9	1	0,7	4,53		28,539			
		9	1	0,6	4,53		24,462			
		CRUCES DE SAN ANDRÉS								
		Redondos r10								
		2	92	4,8	0,617		544,9344			
		Redondos r10								
		1	24	3,93	0,617		58,19544			
		1	8	3,01	0,617		14,85736			
		Redondos r15								
		1	16	4,8	1,58		121,344			
		<i>barras circulares Haki D=48,3mm; t=3,6mm</i>								
		2	2	24	4,53		434,88			
		1	1	44	4,53		199,32			
		E7=E8	220	1	2	4,53	1993,2			
			220	4	0,73	4,53	2910,072			
							23839,4251	2,43	57929,80303	
01.07	ud	PLACANCLAJ. S275 200x200x15mm								
		Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones indicadas, con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, itiladro central, colocada. Según NTE y norma NBE-MV.								
							6	42,3	253,8	
01.08	ud	PLACANCLAJ. S275 150x150x14mm								
		Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones indicadas, con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, itiladro central, colocada. Según NTE y norma NBE-MV.								
							70	31,95	2236,5	