



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño y cálculo de la estructura para un edificio de
uso primario

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor:

David Mendoza Pérez

Tutores:

Felipe Santiago Alcover Brito

Claudio Briones Barrera

Julio 2021

Agradecimientos:

En primer lugar quisiera agradecer a los tutores del proyecto, D. Claudio Briones y D. Felipe Alcover por compartir conmigo sus conocimientos, ayudarme en todo momento y guiarme a lo largo del trabajo.

A mi madre, a mi padre, a mi tía y a mi hermana por nunca dejar de creer en mí, apoyándome en los momentos malos y reprimiéndome cuando era necesario. Sin ellos no sería la persona que soy ahora mismo.

A mis amigos, a mis compañeros de clase y a mi pareja porque siempre han estado presente ayudando en todo momento.

Y en especial a mi abuela, siempre acordándome de cada momento vivido contigo, estoy seguro de que desde arriba me diste la fuerza necesaria para terminar.

¡Al final lo conseguimos!



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

ÍNDICE GENERAL

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor:

David Mendoza Pérez

Tutores:

Felipe Santiago Alcover Brito

Claudio Briones Barrera

Julio 2021

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA.....	
ANEXO 1: Planos.....	
ANEXO 2: Cálculo estructural.....	
ANEXO 3: Estimación de costes.....	
ANEXO 4: Catálogos.....	



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

MEMORIA

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor:

David Mendoza Pérez

Tutores:

Felipe Santiago Alcover Brito

Claudio Briones Barrera

Julio 2021

ÍNDICE MEMORIA

1. RESUMEN	5
2. ABSTRACT	5
3. HOJA DE IDENTIFICACIÓN	6
4. OBJETO Y ALCANCE	7
5. ANTECEDENTES	7
6. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	8
6.1. Análisis del emplazamiento	8
6.2. Emplazamiento definitivo	12
7. NORMATIVA Y REFERENCIAS	13
7.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	13
7.1.1. Normativa técnica	13
7.1.2. Normativa urbanística	14
7.1.3. Redacción del trabajo y elaboración de planos	14
7.2. Programas de cálculo	14
7.3. Bibliografía	15
8. DISEÑO	16
8.1. Requisitos de diseño	16
8.1.1. Requisitos de diseño constructivos	16
8.1.2. Requisitos de diseño urbanísticos	16
8.2. Alternativas de diseño	17
8.3. Diseño definitivo	18
9. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL	21
9.1. Ubicación parcela	21
9.2. Descripción de la nave	22
9.2.1. Distribución	23
9.2.2. Carpintería	24
9.2.3. Placas solares	27
9.2.4. Cerramiento de la parcela	30
9.3. Cimentación	32
9.3.1. Terreno	33
9.3.2. Zapatas	33
9.3.3. Vigas de atado	35
9.3.4. Placas de anclaje	35

9.3.5. Solera.....	36
9.4. Estructura metálica	37
9.4.1. Pórtico fachada frontal.....	37
9.4.2. Pórtico fachada posterior.....	38
9.4.3. Pórtico interior	39
9.4.4. Cercha lateral.....	39
9.4.5. Cercha frontal.....	40
9.4.6. Cubierta y correas.....	40
9.4.7. Arriostramientos.....	41
9.5. Cerramiento.....	42
9.5.1. Cerramiento de la cubierta.....	42
9.5.2. Cerramiento de la fachada	43
9.6. Evacuación de aguas.....	44
9.6.1. Saneamiento	45
9.6.2. Instalación pluvial	45
10. RESUMEN DE LA ESTIMACIÓN DE COSTES.....	47
11. CONCLUSIÓN	48
12. CONCLUSION	49

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Primera localización.....	8
Figura 2: Segunda Localización	9
Figura 3: Primer diseño previo	17
Figura 4: Segundo diseño previo	18
Figura 5: Diseño final vista delantera	19
Figura 6: Diseño final vista oblicua	19
Figura 7: Diseño final vista trasera	20
Figura 8: Diseño final vista de planta.....	20
Figura 9: Diseño final vista lateral	20
Figura 10: Ubicación parcela.....	21
Figura 11: Ubicación parcela.....	21
Figura 12: Distribución.....	23
Figura 13: Huecos en la nave	24
Figura 14: Ventana nave	25
Figura 15: Puerta emergencia	25
Figura 16: Puerta nave frontal.....	26
Figura 17: Puerta nave posterior.....	27
Figura 18: Ángulos placas solares	27
Figura 19: Orientación Nave	28
Figura 20: Valores óptimos placas solares	29
Figura 21: Vista aérea placas solares	30
Figura 22: Malla vallado perimetral.....	31
Figura 23: Distribución posters de refuerzo.....	31
Figura 24: Ejemplo de vallado perimetral	32
Figura 25: Vista 3D de la cimentación.....	32
Figura 26: Armado de las zapatas.....	34
Figura 27: Armado de las vigas de atado.....	35
Figura 28: Estructura de la nave 3D	37
Figura 29: Pórtico de fachada frontal.....	38
Figura 30: Pórtico de fachada posterior.....	38
Figura 31: Pórtico interior	39
Figura 32: Cercha lateral	39
Figura 33: Cercha interior	40
Figura 34: Pórtico lateral	40
Figura 35: Cruce perfiles R15.....	41
Figura 36: Arriostramiento de cubierta.....	41
Figura 37: Panel sándwich.....	42
Figura 38: Bloque prefabricado de hormigón.....	43

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Categoría del suelo	10
Tabla 2: Pendiente máxima parcela.....	10
Tabla 3: Superficie mínima parcela	10
Tabla 4: Distancia a Suelo urbano	11
Tabla 5: Distancia a bolsas de suelo urbano	11
Tabla 6: Distancia a suelo rústico.....	11
Tabla 7: Distancia a autopistas.....	12
Tabla 8: Resumen catastro localización.....	12
Tabla 9: Datos de la instalación pluvial.....	46
Tabla 10: Resumen análisis estructural	48
Tabla 11: Structural study summary	49

1. RESUMEN

Los objetivos principales del estudio estructural que se ha realizado en este trabajo de fin de grado son diseñar, calcular y prever costes de una estructura metálica para uso del sector primario.

En primer lugar se ha seleccionado un emplazamiento, teniendo en cuenta la normativa vigente sobre este aspecto. Seguidamente, se ha procedido a realizar el diseño de la estructura metálica para su posterior cálculo y finalmente concluir con una estimación de los costes de ejecución de material.

En el apartado de diseño se han tenido en cuenta unas condiciones para que la explotación ganadera sea productiva, entre las que destaca la implementación de placas solares en la cubierta de la nave.

La nave tiene unas dimensiones de 50 metros de largo por 20 metros de ancho consiguiendo así, una superficie total de 1000 metros cuadrados, las cuales se dividen en su interior en una zona de corrales y en otra de almacenaje.

Palabras clave: Estudio estructural, Nave, Placas solares, Diseño, Normativa, Costes.

2. ABSTRACT

The main objectives of the structural study that has been carried out in this final degree project are to design, calculate and forecast costs of a metallic structure for use in the primary sector.

In the first place, a location has been selected, considering the current regulations on this aspect. Subsequently, the design of the metallic structure was carried out for its subsequent calculation and finally concluded with an estimate of the material execution costs.

In the design section, certain conditions have been taken into account so that the livestock exploitation is productive, among which the implementation of solar panels on the roof of the ship stands out.

The dimensions of this warehouse are of 50 meters long by 20 meters wide, thus achieving a total area of 1000 square meters, which are divided between a corral area and a storage area.

Keywords: Structural study, Industrial warehouse, Solar Panels, Design, Normative, Costs.

3. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Proyecto

Título: Diseño y cálculo de la estructura para un edificio de uso primario

Emplazamiento: Polígono 10 Parcela 45, LOS TOPOS, Güímar, Tenerife

Coordenadas U.T.M:

X= 362.597,32

Y= 3.131.592,28

Altitud= 165,15 m

Peticionario

Nombre: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna

Dirección: Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, S/N, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife

Autor

Nombre: David Mendoza Pérez

DNI: 43835746-T

Email: alu0100971484@ull.edu.es

4. OBJETO Y ALCANCE

El presente documento tiene como objetivo el diseño y cálculo de una estructura para un edificio de uso primario, con el fin de superar la asignatura de trabajo fin de grado (TFG) del grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de La Laguna.

Este estudio estructural pertenece a la rama de conocimiento de ingeniería y arquitectura, concretamente al área de conocimiento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de las Estructuras.

A lo largo de la resolución del trabajo se han ido acometiendo los siguientes objetivos específicos:

- Seleccionar el emplazamiento que se ajusta a la normativa vigente.
- Acometer el diseño del interior de la infraestructura.
- Diseñar el edificio según la normativa actual.
- Calcular la estructura y cimentación del edificio.
- Fijar una estimación final del coste de ejecución de los materiales.

5. ANTECEDENTES

El estudio estructural nace por la motivación del autor a realizar una estructura para un edificio de uso primario, concretamente una explotación ganadera ovina, ya que actualmente la ganadería en la zona sur de la isla de Tenerife se encuentra en pleno auge.

La zona elegida es el valle de Güímar donde se encuentran demás empresas ganaderas que se dedican a la crianza porcina, caprina y vacuna. Es por ello por lo que la explotación ganadera se ha orientado a la crianza de ovejas (ovina).

El emplazamiento es un aspecto importante a la hora de instalar una granja ganadera, ya que se deben cumplir numerosas restricciones, por ello el lugar donde se instala la granja debe ser estudiado con profundidad.

El edificio debe cumplir una cierta de restricciones de diseño para que la explotación ganadera que albergue sea competitiva con el resto de granjas de similar crianza.

Es por todo ello, que en el siguiente documento se realiza un estudio estructural completo, desde la selección del emplazamiento, el diseño de la nave, el cálculo estructural, la implementación de energía solar comprobando su eficiencia, y por último una estimación de costes. Este análisis completo, sirve como base para la ejecución de un proyecto para llevar a cabo la construcción de la estructura.

6. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Se ha optado por buscar un emplazamiento para el estudio estructural de la nave ganadera dentro del municipio de Güímar, ya que esta zona se encuentra situada la vertiente sur de la isla de Tenerife y la ganadería está en auge en dicha zona.

Güímar es un municipio de la provincia de Santa Cruz de Tenerife (Islas Canarias), tiene una superficie de 102,4 kilómetros cuadrados (km²) y una población de 19.739 habitantes. Se encuentra ubicado en el sureste de la isla de Tenerife, limitado por Arafo, La Orotava y Fasnia [1].

Para encontrar la localización idónea, se ha tenido en cuenta la normativa de la *Ordenanza municipal de edificación de Güímar* (en adelante, OMEG) y el *Plan territorial especial de ordenación de la actividad ganadera de Tenerife* (en adelante, PTEOAG) [5],[6]. Teniendo en cuenta estos aspectos, se han buscado varias propuestas que se explican a continuación.

6.1. Análisis del emplazamiento

En primer lugar se procede a exponer las dos opciones de emplazamientos preseleccionadas:

La primera opción de localización es la parcela con referencia catastral: 38020A01300087. Dicha parcela se encuentra en la zona de Los Llanos en el municipio de Güímar, con una superficie total de 11.927 metros cuadrados (m²) y de clase de suelo rústico de protección agraria, con coordenadas UTM:

X=363.674,64

Y=3.131.675,48

Altitud= 130,13m

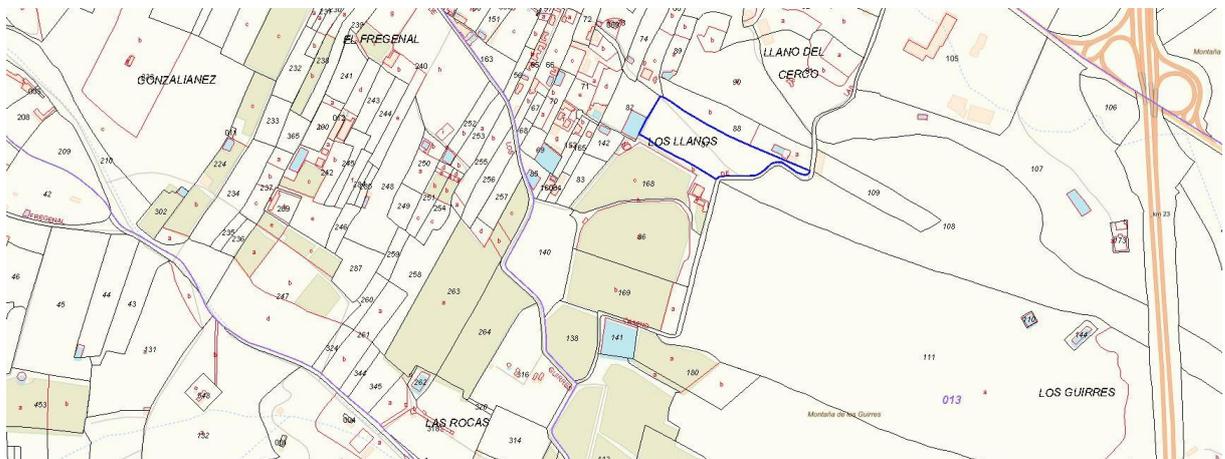


Figura 1: Primera localización

Fuente: Sede electrónica del Catastro [consulta: 2021]

Este emplazamiento tiene la ventaja principal de tener un fácil acceso desde la autopista del sur de Tenerife (*TF-1*) pero como inconveniente se encuentra que no cumple algunas de las indicaciones del PTEOAG.

La segunda opción de localización es la parcela con referencia catastral: *38020A01000045*, situada en el municipio de Güímar. Esta parcela, como se observa en la *Figura 2*, se encuentra en la zona conocida como el 'Fregenal', que linda con las zonas de 'Las Rocas' y 'Gonzalíanez', con una superficie total de 20.318 metros cuadrados (m²) y de clase de suelo rústico de protección agraria. Esta parcela tiene las siguientes coordenadas UTM:

X= 362.597,32

Y= 3.131.592,28

Altitud= 165,15 m

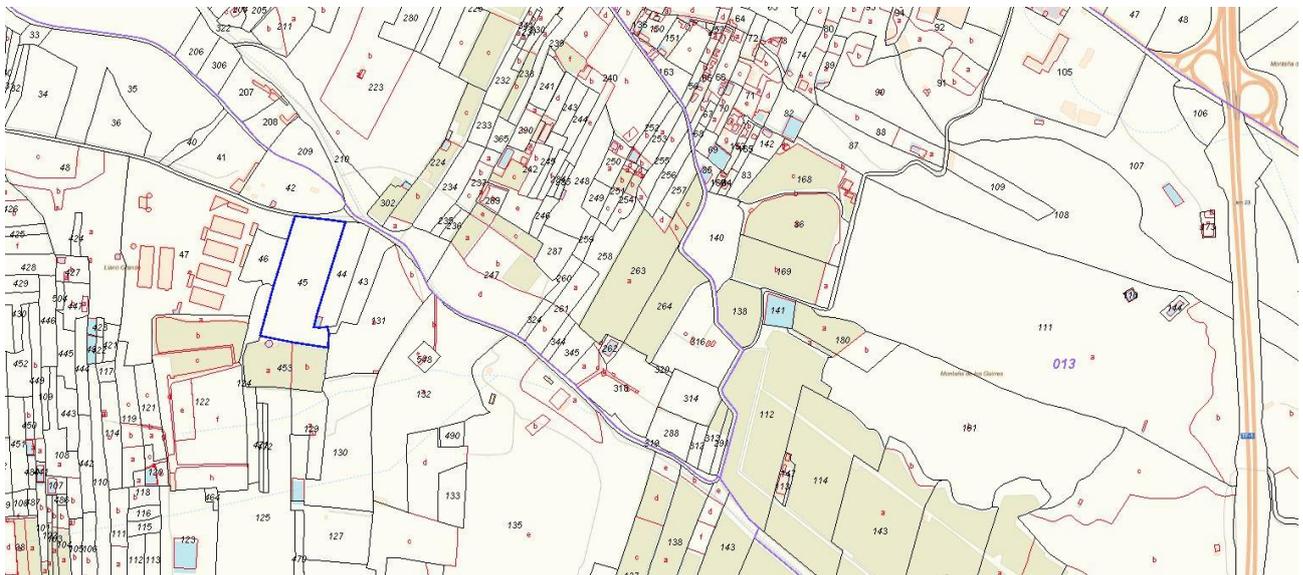


Figura 2: Segunda Localización

Fuente: Sede electrónica del Catastro [consulta: 2021]

Este emplazamiento tiene la ventaja de cumplir la normativa urbanística y la desventaja de situarse cerca de más explotaciones ganaderas, ya que según la normativa recogida en el *Plan territorial especial de ordenación de la actividad ganadera de Tenerife* no se pueden situar explotaciones ganaderas de la misma especie en un rango de 1000 metros.

Según el PTEOAG, en el capítulo II (Definiciones y clasificaciones de usos ganaderos) se define la explotación ganadera de este proyecto como explotación tipo IV o industrial, ya que el *número de ganado mayor* (UGM) es superior a 200.

A continuación, se procede a exponer las restricciones que se deben cumplir, las cuales, se recogen en el PTEOAG, concretamente en el apartado 2.4.2.1 (Condicionantes de la parcela), de la sección 2^a (Condicionantes de las

Explotaciones Ganaderas), del capítulo IV (ordenación territorial de los usos ganaderos).

Para ello se han realizado unas tablas donde se han recogido los datos de ambas localizaciones y se comparan entre sí:

❖ Primera condición, categoría del suelo:

Para que el suelo se considere apto para el desarrollo de la actividad ganadera debe ser clasificado como rústico.

Tabla 1: Categoría del suelo

	Valor norma	Valor real	¿Cumple?
Localización 1	Suelo rústico	Suelo rústico	Sí
Localización 2	Suelo rústico	Suelo rústico	Sí

Fuente: PTEOAG [consulta: 2021]

❖ Segunda condición, pendiente máxima de la parcela:

La segunda condición que debe cumplir el emplazamiento es que la pendiente máxima del terreno debe ser menor al 25%.

Tabla 2: Pendiente máxima parcela

	Valor norma	Valor real	¿Cumple?
Localización 1	25%	10%	Sí
Localización 2	25%	5%	Sí

Fuente: PTEOAG [consulta: 2021]

❖ Tercera condición, superficie mínima de la parcela:

La parcela debe tener una superficie mínima para poder albergar la explotación ganadera.

Tabla 3: Superficie mínima parcela

	Valor norma	Valor real	¿Cumple?
Localización 1	10.000 m ²	11.927 m ²	Sí
Localización 2	10.000 m ²	20.318 m ²	Sí

Fuente: PTEOAG [consulta: 2021]

❖ Cuarta condición, distancia mínima de la parcela a suelo urbano o urbanizable sectorizado:

Las explotaciones ganaderas deben guardar una distancia mínima con suelos clasificados como urbanos o urbanizables sectorizados en núcleos de población.

Se considera la distancia mínima la proyectada sobre el plano horizontal.

Tabla 4: Distancia a Suelo urbano

	Valor norma	Valor real	¿Cumple?
Localización 1	500 m	1400 m	Sí
Localización 2	500 m	1300 m	Sí

Fuente: PTEOAG [consulta: 2021]

❖ Quinta condición, distancia mínima de la parcela a bolsas de suelo urbano o urbanizable en entornos eminentemente agrícolas y/o ganaderos:

La parcela debe guardar una distancia mínima a pequeñas bolsas de suelo urbano o urbanizable.

Tabla 5: Distancia a bolsas de suelo urbano

	Valor norma	Valor real	¿Cumple?
Localización 1	450 m	600 m	Sí
Localización 2	450 m	1300 m	Sí

Fuente: PTEOAG [consulta: 2021]

❖ Sexta condición, distancia mínima a suelo rústico de asentamiento rural:

Se debe respetar una distancia con el suelo catalogado como suelo rústico de asentamiento rural.

Tabla 6: Distancia a suelo rústico

	Valor norma	Valor real	¿Cumple?
Localización 1	450 m	600 m	Sí
Localización 2	450 m	1300 m	Sí

Fuente: PTEOAG [consulta: 2021]

❖ Séptima condición, distancia mínima a autopistas, autovías y sistemas generales:

La última condición a cumplir por la parcela se refiere a la distancia mínima que se debe respetar a la autopista TF-1.

Tabla 7: Distancia a autopistas

	Valor norma	Valor real	¿Cumple?
Localización 1	600 m	500 m	No
Localización 2	600 m	1600 m	Sí

Fuente: PTEOAG [consulta: 2021]

Analizando los datos expuestos, se puede deducir lo siguiente:

El emplazamiento número uno, no cumple la séptima condición (distancia mínima a la autopista (TF-1)), por lo tanto queda descartada dicha opción.

El emplazamiento número dos, cumple todas las restricciones por lo tanto se selecciona como el lugar idóneo para la explotación ganadera.

Según el PTEOAG, no se pueden situar explotaciones ganaderas de la misma especie en un rango de 1000 metros, como se observan en los planos de la zona elegida, existen dos explotaciones ganaderas. Se analizan dichas explotaciones y se concluye que se puede establecer la explotación en la localización seleccionada, ya que las demás granjas albergan animales de diferente raza a la que en este estudio se plantea.

6.2. Emplazamiento definitivo

La parcela seleccionada tiene como referencia catastral: 38020A010000450000WA, siendo la dirección de esta: Polígono 10, Parcela 45, LOS TOPOS, Güímar (Santa Cruz de Tenerife), con coordenadas UTM:

X= 362.597,32 Y= 3.131.592,28 Altitud= 165,15 m

Tabla 8: Resumen catastro localización

Parcela	Referencia catastral	Superficie (m ²)	Clase	Uso
45	38020A010000450000WA	20.318	Rústico	Agrario

Fuente: Sede electrónica del Catastro [consulta: 2021]

7. NORMATIVA Y REFERENCIAS

A continuación se cita la normativa usada en la elaboración de los documentos del estudio estructural, la bibliografía empleada y los programas de cálculos utilizados.

7.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

7.1.1. Normativa técnica

- ❖ Real decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (*EHE-08*).
- ❖ Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (*NCSR-02*).
- ❖ Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (*EAE*).
- ❖ Real decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (*CTE*) y posteriores modificaciones, que establece los requisitos básicos que deben tener los edificios y sus instalaciones. Dicho documento se ordena en dos partes: la primera contiene las disposiciones y condiciones generales de aplicación del CTE y la segunda está formada por los documentos básicos (*DB*). En este análisis estructural se han empleado los siguientes DB:
 - Documento Básico de Seguridad Estructural (*DB-SE*).
 - Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la edificación (*DB-SE-AE*).
 - Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimentación (*DB-SE-C*).
 - Documento Básico de Seguridad Estructural de Acero (*DB-SE-A*).
 - Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (*DB-SI*).

7.1.2. Normativa urbanística

- ❖ Ordenanza municipal de edificación de Güímar.
- ❖ Plan territorial especial de ordenación de la actividad ganadera de Tenerife, documento aprobado en enero de 2007 y en el cual, se especifican las restricciones tanto de localización, como de diseño de la explotación ganadera.

7.1.3. Redacción del trabajo y elaboración de planos

- ❖ UNE-EN-ISO 5455- mayo 1996. Escalas, dibujos técnicos.
- ❖ UNE-EN-ISO 5457- enero 2000. Formato y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- ❖ UNE 1039. Principios generales de acotación.

7.2. Programas de cálculo

En este apartado, se citan los diferentes programas informáticos que se han empleado a lo largo de la resolución del estudio de la estructura:

- ❖ CYPE 2021: Software para el cálculo de estructuras. Con dicho programa se ha efectuado el cálculo de la estructura y de la cimentación, para ello se han usado los módulos de Generador de pórticos y de CYPE 3D.
- ❖ AutoCAD 2018: Software de diseño de planos.
- ❖ Microsoft Excel: Hoja de cálculo.
- ❖ Microsoft Word: Programa informático para el procesamiento de textos.
- ❖ SketchUp: Programa de diseño gráfico en tres dimensiones.

7.3. Bibliografía

- [1] Símbolos de Canarias. *Descripción de Güímar* [en línea]. Recuperado de: <http://simbolosdecanarias.proel.net/esp/guimar> [consulta: 15 junio 2021].
- [2] Cosmos, SA. *Tipos de naves industriales con Sistema Génesis* [en línea]. Recuperado de: http://cosmos44.com/techos_curvos/techos_curvos.html [consulta 10 junio 2021].
- [3] Viglianco. *Nave a un agua* [en línea]. Recuperado de: <http://vigliancoehijos.com.ar/index.php/tipologias/portico/portico-a-un-agua> [consulta: 21 mayo 2021].
- [4] Código técnico de la Edificación. *Documentos CTE* [en línea]. Recuperado de: <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/DocumentosCTE.html> [consulta: 10 mayo 2021].
- [5] Cabildo de Tenerife. *Plan territorial especial de ordenación de la actividad ganadera de la isla de Tenerife* [en línea]. Recuperado de: https://www.tenerife.es/planes/PTEOActividadGanadera/adjuntos/Nor_1-Disposiciones_Generales.pdf [consulta: 12 mayo 2021].
- [6] Ayuntamiento de Güímar. *Ordenación del territorio* [en línea]. Recuperado de: https://guimar.es/?page_id=72 [consulta: 12 mayo 2021].
- [8] Hierros Molina. *Cómo instalar malla de simple torsión en 5 pasos* [en línea]. Recuperado de: <https://www.hierrosmolina.com/blog/como-instalar-malla-de-simple-torsion-en-5-pasos/> [consulta: 20 junio 2021].
- [7] Otovo. *Orientación e inclinación de las placas solares: mejora el rendimiento* [en línea]. Recuperado de: <https://www.otovo.es/blog/placas-solares/orientacion-e-inclinacion-placas-solares/> [consulta: 25 mayo 2021].

8. DISEÑO

En el siguiente apartado se explican las fases de diseño que se han seguido a lo largo de la resolución del estudio estructural. En primer lugar, se desarrollan los requisitos de diseño que se han tenido en cuenta en esta fase para luego exponer los diseños previos hasta llegar al diseño final.

8.1. Requisitos de diseño

Para la elaboración del diseño, se han tenido en cuenta varios requisitos: en primer lugar los constructivos, que se definen como los requisitos que se deben aplicar para poder instalar una explotación ganadera completa y por otro lado, los urbanísticos que son los requisitos que se deben cumplir referente a la normativa vigente.

8.1.1. Requisitos de diseño constructivos

Los requisitos de diseño se citan a continuación:

- ❖ La nave debe de estar diseñada para situar placas solares en su cubierta.
- ❖ La parcela debe de poder albergar dos naves simultáneas, en caso de que fuera necesario ampliar la granja.
- ❖ Un requisito importante es que la nave sea diáfana, es decir que en su interior no existieran pilares.
- ❖ Y por último, la nave debe de tener unos accesos amplios y con grandes dimensiones, de al 3 metros de ancho y 3 metros de alto, para facilitar el acceso de vehículos de grandes dimensiones.

8.1.2. Requisitos de diseño urbanísticos

Los requisitos urbanísticos vienen recogidos en el PTEOAG, concretamente en el apartado 2.4.2.3 (Normas básicas relativas a las edificaciones y construcciones vinculadas a la actividad pecuaria) de la sección 2ª (Condicionantes de las Explotaciones Ganaderas), del capítulo IV (ordenación territorial de los usos ganaderos).

En primer lugar la edificación debe de estar emplazada en un lugar dentro de la parcela que evite disminuir superficie agraria útil, en el Documento número de Anexo de planos, en el “Plano 3.00” se observa la posición de la nave dentro de la parcela y se ve como se cumple este requisito.

La nave debe cumplir dos distancias de retranqueo: la primera de ellas es la distancia a lindero que debe ser como mínimo de 5 metros, en la nave en estudio la distancia es de 16 metros y la segunda es la distancia a eje de vía, en la norma pone que es de 10 metros y en el proyecto sería de 45 metros, por lo tanto se puede concluir que ambas distancias cumplen.

Según el apartado 11-AD y 12-AD de la norma ya citada, la edificación no debe superar el 20% de la superficie total de la parcela. En este caso la parcela donde se emplaza la nave tiene como superficie 20.318 m², por lo tanto 20% de 20.318 m² es 4063,6 m². Se sabe que la superficie de la nave es de 1000 m² por lo tanto, se puede concluir que se cumple este apartado.

La altura máxima de la nave debe de ser de 5,50 metros, ya que la granja es una explotación tipo IV y se limita dicho valor en el apartado 14-AD.

En los apartados 17-AD, 18-AD y 19-AD se restringe el vallado de la parcela situando la altura máxima del vallado de 2,20 metros, dejando un 80% de hueco superior y siendo éstos, considerados semitransparentes.

8.2. Alternativas de diseño

Para llegar al diseño final, se han realizado varios diseños previos. A continuación se exponen los principales:

El primer diseño ha sido seleccionado porque su forma curva en la cubierta [2] facilita la ventilación del recinto pero en cambio este tipo de estructura supondría problemas a la hora de montar las placas solares en la cubierta, ya que se debería de crear una estructura adicional a la cubierta para colocar los paneles solares. Otro inconveniente de esta estructura que según el PTEOAG, la altura máxima de la nave no puede superar los 5,50 metros pero con este tipo de estructura se alcanza con facilidad dicha cifra. Por estos motivos se ha descartado este diseño.



Figura 3: Primer diseño previo

Fuente: www.cosmos44.com/techos_curvos [consulta: 2021]

El segundo diseño surge a raíz de buscar soluciones a los inconvenientes del primer diseño. Este diseño es un pórtico a un agua [3] y con esto se soluciona el problema de las placas solares, ya que al ser la cubierta plana, no haría falta añadir una estructura metálica adicional. También, se pone solución al tema de la altura máxima de la nave.

Este diseño tiene el inconveniente de que las placas solares deben de estar orientas lo más al sur posible para obtener el máximo rendimiento energético de las placas, según la parcela seleccionada, no es posible poder encontrar un ángulo de rotación de la nave respecto al sur, que sea eficiente para la instalación de las placas solares.

Otro inconveniente que presenta este diseño es la ventilación, tema muy importante en una explotación ganadera. El cálculo de los huecos para la ventilación viene condicionado por los arriostramientos de la nave. Lateralmente se prevé que no se podrán colocar muchos huecos para la ventilación, debido a las cruces que se prevén necesarias para darle estabilidad a la nave.

Por estos motivos, este diseño se descartó.



Figura 4: Segundo diseño previo

Fuente: www.vigliancoehijos.com.ar [consulta: 2021]

8.3. Diseño definitivo

En este apartado de la memoria, se muestra el diseño final que se ha seleccionado para la nave de la explotación agraria. Se ha seleccionado una estructura de cubierta en forma de diente de sierra, ya que con este diseño se consigue una inclinación suficiente para que las placas solares tengan una eficiencia óptima. Además, este diseño favorece a la ventilación, ya que se sitúan varias entradas de aire en los faldones verticales de la cubierta.

Como se puede observar en las *figuras 5,6,7,8 y 9*, la nave tiene unas dimensiones de 50 metros de largo por 20 metros de ancho, con una altura máxima de 5,50 metros y la cubierta presenta una inclinación de $21,8^\circ$

El edificio consta de placas solares en la cubierta, dos puertas delanteras de 5 metros de ancho por 3 metros de alto, dos puertas traseras de 3 metros de ancho y 3 metros de alto y además dos puertas a cada lateral de 1 metro de ancho por 2 metros de alto.

Un inconveniente que presentaban los diseños previos era la ventilación de la nave, este problema se ha resuelto añadiendo diez ventanas en cada lateral y además, poniendo cuatro ventanas en cada cubierta vertical, como se observa en la *figura 5*. Las dimensiones todas las ventanas de la nave son de 2 metros de ancho y 1 metro de alto.

A continuación se muestran unas imágenes del diseño de la nave en 3D, mostrando diferentes ángulos de la estructura. Cabe destacar que estas ilustraciones se enseñan para tener una visión de los huecos de la nave y de la disposición de las placas solares en la cubierta.

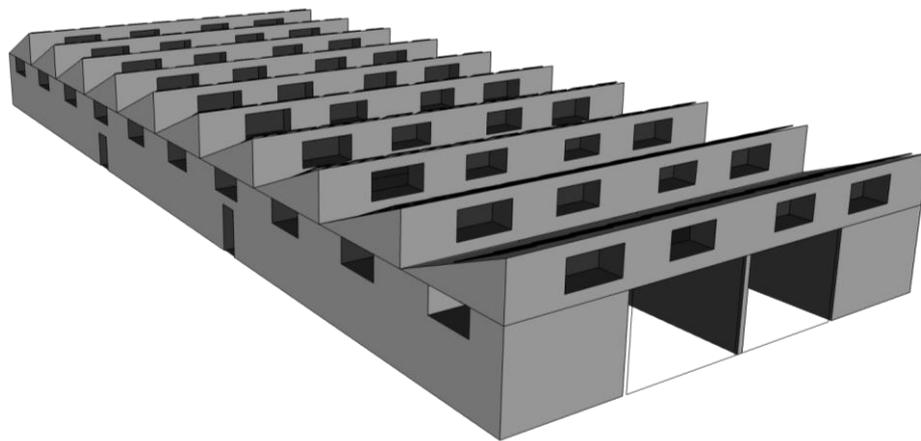


Figura 5: Diseño final vista delantera

Fuente: Elaboración propia

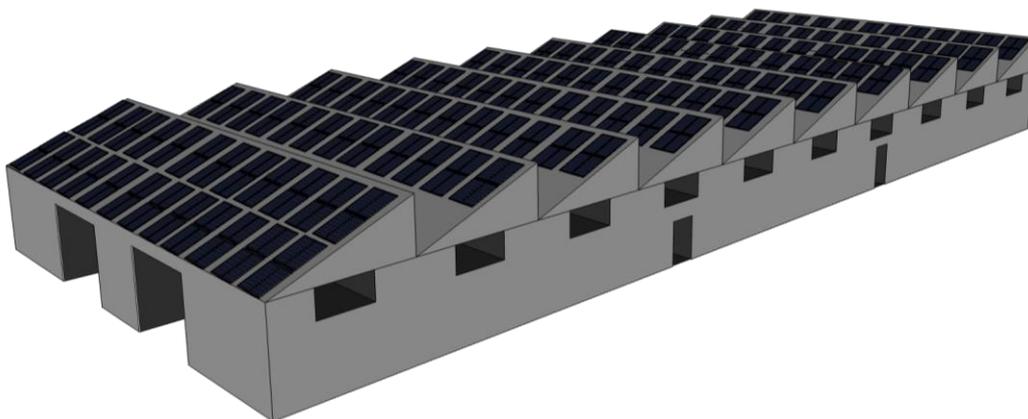


Figura 6: Diseño final vista oblicua

Fuente: Elaboración propia

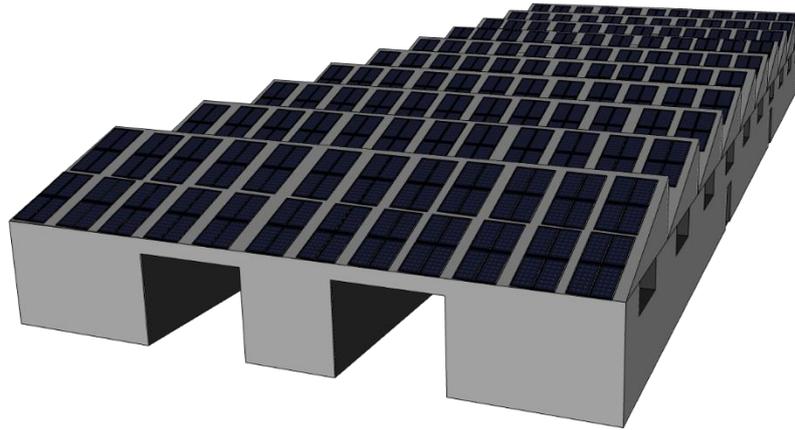


Figura 7: Diseño final vista trasera

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Diseño final vista de planta

Fuente: Elaboración propia

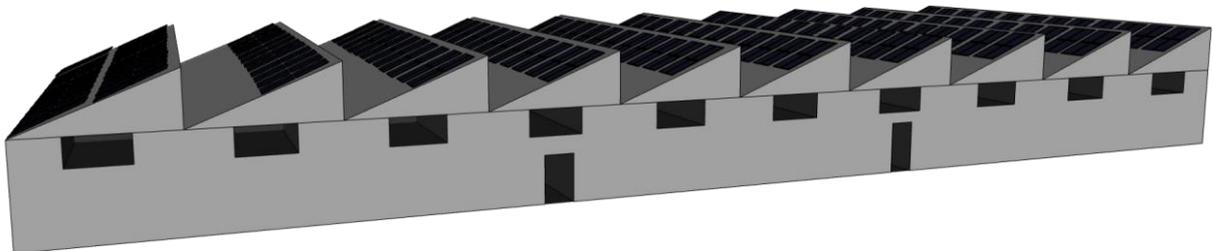


Figura 9: Diseño final vista lateral

Fuente: Elaboración propia

9. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL

En este punto se explica todos los componentes principales del análisis estructura que se ha realizado. En primer lugar, se comentan los datos básicos de la obra, seguidamente se explicará la parte de cimentación, luego se abordará la explicación de la estructura metálica y finalmente se comentará la evacuación de aguas de la explotación ganadera.

9.1. Ubicación parcela

La parcela seleccionada (*Figura 10*) tiene como dirección: Polígono 10, Parcela 45, LOS TOPOS, Güímar (Santa Cruz de Tenerife). Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud: 28° 18' 08,34" N

Longitud: 16° 23' 58,96" O



Figura 10: Ubicación parcela

Fuente 18: GRAFCAN [consulta: 2021]

Se emplea la *Tabla 8* del apartado 6 “Situación y emplazamiento” para resumir los datos del lugar seleccionado.

Tabla: Resumen catastro localización

Parcela	Referencia catastral	Superficie (m ²)	Clase	Uso
45	38020A010000450000WA	20.318	Rústico	Agrario

9.2. Descripción de la nave

El edificio en estudio tiene unas dimensiones de 50 m de largo y un ancho de 20 m, consiguiendo una superficie total de 1000 m². En su interior hay una zona dedicada a los corrales y otra para almacenaje. La estructura está formada por 10 pórticos laterales de 5 m de longitud que forman una cubierta en forma de diente de sierra.

Los pórticos interiores tienen una luz de 20 metros, están dimensionados por dos vigas longitudinales de perfil RHS 200x100x8,0 además, se le ha añadido una celosía entre las dos vigas mencionadas para aumentar la resistencia del pórtico. Esta celosía tiene 2 metros de altura y 20 metros de longitud y está formada por barras de perfil SHS 60x4,0 para los montantes y para las diagonales se ha elegido un perfil SHS 70x6,0.

El pórtico de fachada frontal tiene una altura de 5,50 metros y una longitud de 20 metros, está formado por 2 vigas longitudinales de perfil RHS 200x100x8,0 y por 5 pilares de perfil HE 200 B por pórtico, 3 de ellos serían los centrales y 2 son los laterales, que son compartidos con los pórticos exteriores. Además, al pórtico se le añade una cercha de 2 metros de altura, entre las vigas para darle resistencia a la estructura y esta está formada por barras de perfiles SHS 60x4,0 para los montantes y perfiles 70x6,0 para las diagonales.

El pórtico de fachada posterior tiene una altura de 3,50 metros y una longitud de 20 metros, está formado por una viga longitudinal de perfil RHS 200x100x8,0 y por 5 pilares de perfil HE 200 B por pórtico, 3 de ellos serían pórticos centrales y 2 pórticos los laterales, que son compartidos con los pórticos exteriores.

La cubierta se divide en 4 partes de 5 metros de longitud cada una, además esta tiene una inclinación de 21,8°. Se han empleado 5 perfiles RHS 122x61x4,5 para la cubierta inclinada y 5 perfiles horizontales RHS 96x48x4,8 formando un triángulo si se observa la nave lateralmente. Esta estructura triangular se encuentra reforzada dichas barras con una celosía que está formada por barras diagonales de perfil SHS 45x4,0. Se ha aprovechado la celosía para distribuir las correas en la cubierta, estas serían 5 barras de perfil IPE180 con una longitud de 5 metros y distribuidas cada 1,80 metros.

El sistema de contraviento de la estructura se sitúa en la cubierta, se colocan perfiles angulares de R15 en toda la cubierta de los pórticos de fachadas y además, se sitúan los mismos perfiles angulares a lo largo de toda la cubierta lateral de la nave.

En los siguientes apartados se explicará con más detalles cada pórtico incluyendo además imágenes de estos y una amplia explicación de todos los elementos que conforman el edificio.

9.2.1. Distribución

La nave posee un interior completamente diáfano, por ello la distribución en un futuro, podría variar sin ningún inconveniente estructural. La *Figura 12* corresponde a una imagen tomada del plano “Distribución”, en dicho plano se puede observar con más detalle.

La distribución se ha propuesto de la forma en que la nave además de albergar corrales disponga también de una zona de almacenaje junto a las entradas principales.

Los corrales se distribuyen en 3 filas dejando un pasillo en el medio entre filas para que los vehículos puedan circular por ese carril. Cada corral tiene una dimensión de 3600 mm x 2700 mm, y se encuentran cercados por bloques de hormigón prefabricado con dimensiones: 150 x 200 x 500 mm, estos se disponen de manera vertical hasta llegar a una altura de 1500 mm.

Como se observa en la *Figura 12* en total hay 40 corrales, y una zona de almacenaje en la parte derecha de la figura, es decir en la parte delantera (pórtico frontal).

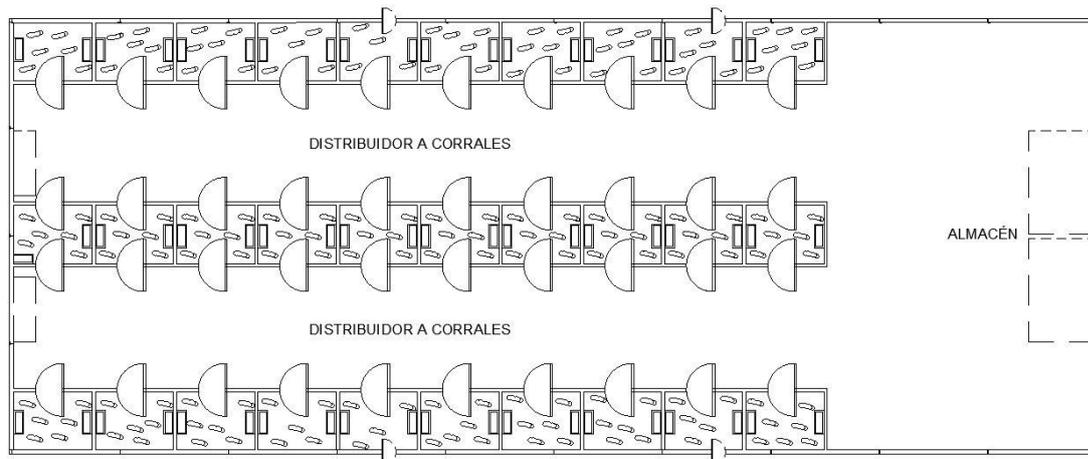


Figura 12: Distribución

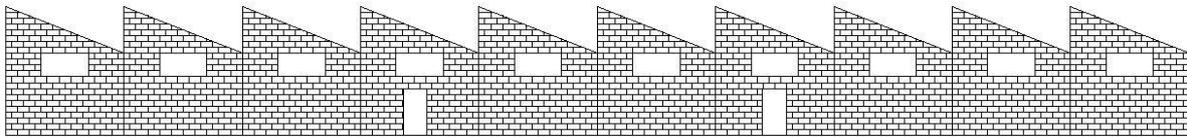
Fuente 19: Elaboración propia

9.2.2. Carpintería

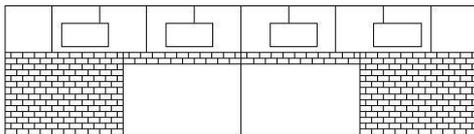
Los huecos que la nave tiene se distribuyen según la *Figura 13*, la cual corresponde con una imagen tomada del plano “Distribución”, en la cual se puede observar con más detalle los componentes y las cotas calculadas.

En el edificio se pueden distinguir dos tipos de huecos: las ventanas y las puertas.

CERRAMIENTO LATERAL



CERRAMIENTO FRONTAL



CERRAMIENTO POSTERIOR

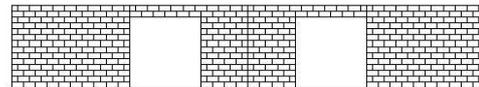


Figura 13: Huecos en la nave

Fuente: Elaboración propia

Las ventanas en la nave se pueden distribuir en dos partes: en primer lugar en el lateral de la nave, se colocan 10 ventanas a cada lado, consiguiendo un total de 20 ventanas, y en segundo lugar en los pórticos interiores se distribuyen 4 ventanas como se observa en la *Figura 13*, consiguiendo así 40 ventanas en total. Sumando ambos resultados se obtienen 60 ventanas en la nave, consiguiendo así una buena ventilación que era un requisito de diseño fundamental.

En la *Figura 14* se observa la ventana que se ha seleccionado para el proyecto. Como se comprueba en la imagen, la apertura es de forma vertical y además tiene una cortina para impedir que entre la luz. El tamaño de todas las ventanas de la nave es de 1000 mm de alto por 2000 mm de ancho.



Figura 14: Ventana nave

Fuente: www.peigganadera.com [consulta: 2021]

Por otro lado, se disponen de puertas en la nave, estas las podemos dividir en dos grupos:

El primer grupo corresponde a las puertas laterales que se emplean como salidas de emergencia para tener una fácil evacuación de la nave. La *Figura 15* es un ejemplo de una de ellas. En total se distribuyen 4 puertas de emergencia, dos a cada lateral. Estas poseen unas dimensiones de 1000 mm x 2000 mm y además el color seleccionado es el rojo.



Figura 15: Puerta emergencia

Fuente: www.puertasdeemergencia.com [consulta: 2021]

El segundo grupo corresponde a las puertas principales del edificio. Estas se disponen en los pórticos frontales y posteriores de la nave. Estas puertas se han diseñado para que sean accesibles para vehículos de grandes dimensiones. El color de todas ellas es gris.

En el pórtico frontal se colocarán dos puertas como la que aparece en la *Figura 16*. Se ha elegido este tipo de puerta ya que como se observa en el centro de esta, se localiza una puerta de menor tamaño para paso peatonal. Estas puertas suponen la entrada principal a la nave, tanto de manera peatonal como para acceso de vehículos.

Las puertas tienen unas dimensiones de 4800 mm de ancho y 3000 mm de alto y su color es gris. Estas poseen una buena aislación térmica y además, se instalará un motor en cada una de ellas para automatizarlas. Se colocan también, unos railes fijos a la estructura metálica para poder sostener la puerta.



Figura 16: Puerta nave frontal

Fuente: Catálogo HÖRMANN (en ANEXO 4) [consulta: 2021]

En el pórtico posterior se colocarán dos puertas enrollables como la que aparece en la *Figura 17*. Se ha elegido este tipo de puerta como salida trasera de la nave. Se ha pensado esta salida como emergencia y además para facilitar la ventilación de la nave, en el caso de que fuera necesario.

El tamaño de la puerta es de 3000 mm de ancho por 3000 mm de alto. Como se observan en las dimensiones, la puerta posee unas distancias suficientes para permitir el acceso de vehículos de grandes dimensiones a través de ella. Estas puertas poseen una buena aislación térmica y además, se instalará un motor en cada una de ellas para automatizar ambas puertas



Figura 17: Puerta nave posterior

Fuente: Catálogo VINCA (en ANEXO 4) [consulta: 2021]

9.2.3. Placas solares

El diseño de la nave ha sido pensado para disponer placas solares en la cubierta, este hecho era un requisito de diseño constructivo. Al implementar la energía fotovoltaica en el emplazamiento seleccionado, se reducen costes energéticos en la explotación ganadera, ya que se considera una zona eficiente para implementar dicha energía.

Los dos requisitos para que las placas solares sean eficientes, es que la orientación e inclinación de estas estén dentro de unos parámetros óptimos. Estos parámetros se exponen en la *Figura 18*, en ella se observa que el valor del ángulo de orientación se denomina ángulo de acimut y el valor de la inclinación es el ángulo de incidencia.

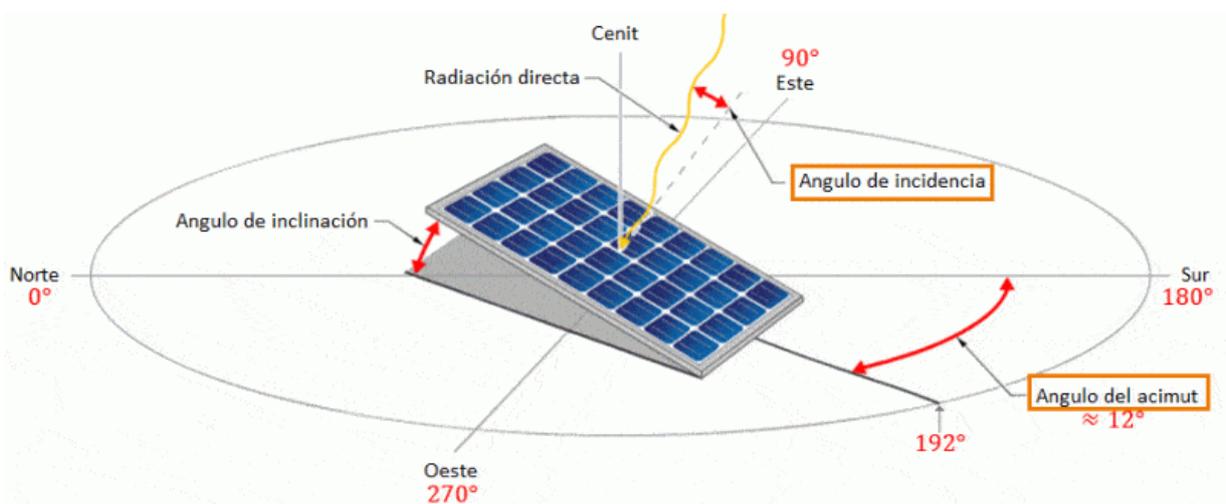


Figura 18: Ángulos placas solares

Fuente: www.solar-energia.net [consulta: 2021]

En España la orientación de las placas solares debe estar hacia el sur [7], ya que con esto se consigue un mayor rendimiento a lo largo del día. En la nave del estudio estructural, se comprueba que la variación de la dirección respecto al sur (ángulo de acimut) es de 17° . Analizando la *Figura 20*, se comprueba que dicho valor está entre los valores óptimos.

En la siguiente figura (*Figura 19*), se observa que el norte señala al pórtico principal de fachada, consiguiendo así que la cubierta se encuentre en orientación sur. En el *Plano 3: Posición dentro de la parcela*, se observa la posición de la nave y su orientación respecto al norte, señalando además, cual es el pórtico de fachada principal (pórtico frontal) y cuál es el de fachada trasera (pórtico posterior).

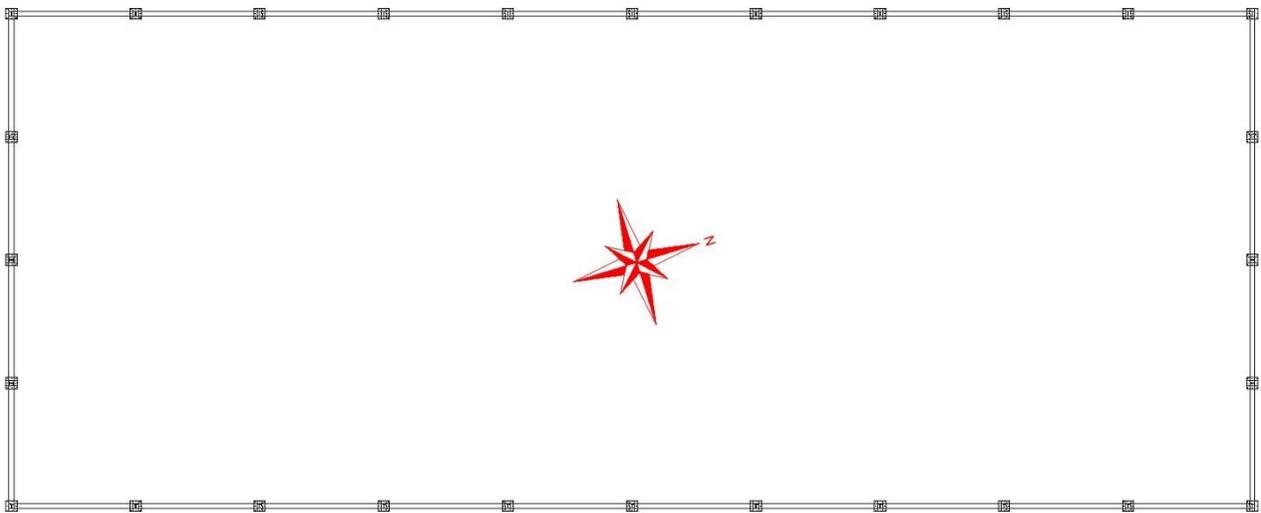


Figura 19: Orientación Nave

Fuente: Elaboración propia

El otro requisito que se debe cumplir es que la colocación de las placas solares debe tener la suficiente inclinación respecto al plano horizontal. La nave está formada por 10 pórticos laterales, consiguiendo así 10 cubiertas inclinadas para distribuir en ellas, las placas.

En la nave en estudio, se calcula que la inclinación de la cubierta respecto al plano horizontal es de 22° . En la siguiente expresión se desarrolla el cálculo realizado para obtener el resultado indicado:

- ❖ El pórtico de lateral tiene una longitud de 5m.
- ❖ La cubierta tiene una altura vertical de 2m.

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{2}{5}$$

$$\alpha = 22^\circ$$

Analizando la *Figura 20*, se comprueba que el resultado se encuentra entre los valores óptimos para un ángulo de inclinación ($20^\circ < 22^\circ < 50^\circ$).

Por lo tanto se concluye que la orientación e inclinación de las placas solares están dispuestas de una forma eficiente.

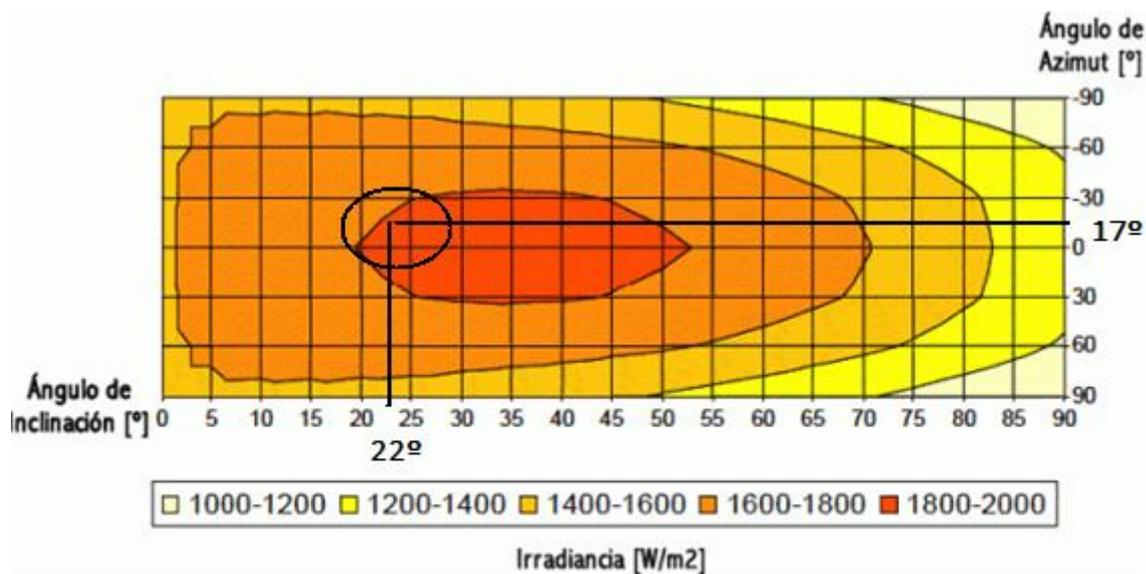


Figura 20: Valores óptimos placas solares

Fuente: www.sfe-solar.com [consulta: 2021]

En la siguiente figura (*Figura 21*) se muestra una vista aérea de la planta de la nave y se observa la colocación de las placas en la cubierta. Hay que recalcar que dicha imagen se utiliza únicamente para comprobar la distribución de las placas.

Cabe destacar que la distribución de las placas se dispone de la manera que la cubierta del pórtico posterior (la cubierta de la izquierda de la imagen), es la única que dispone de dos filas de placas solares. El motivo de esto es evitar que la sombra interfiera en la eficiencia de la placas solares, ya que a ciertas horas del día, la sombra cubre prácticamente la mitad de las cubiertas restantes, por ellos en estas solo se colocará una fila de placas en la parte superior.

Teniendo en cuenta las dimensiones de las placas seleccionadas (992 mm de ancho x 1700 mm de alto), se dispondrán 15 placas en cada cubierta, exceptuando en la cubierta del pórtico posterior que se colocaran dos filas de 15 placas, es decir 30 placas en total. La cubierta tiene una longitud total de 20000 mm pero se deja una distancia de seguridad a cada lado de las placas.

Cada placa solar puede generar en torno a 320-340 W de potencia, por lo tanto como se tienen 15 placas en 9 cubiertas y 30 en una cubierta, es decir 165 placas solares en total, se prevé una potencia total de **52,8- 56,1 KW**. Este resultado significa que se puede cubrir una gran cantidad de potencia energética consumida por la explotación agraria.



Figura 21: Vista aérea placas solares

Fuente: Elaboración propia

9.2.4. Cerramiento de la parcela

El vallado perimetral de la parcela se rige por la norma PTEOAG, concretamente en el apartado 2.4.2.3 (Normas básicas relativas a las edificaciones y construcciones vinculadas a la actividad pecuaria), de la sección 2ª (Condicionantes de las Explotaciones Ganaderas), del capítulo IV (ordenación territorial de los usos ganaderos). En la sección 18-AD de dicho apartado se explica que el cerramiento perimetral de la parcela debe cumplir: *“La altura total máxima admitida para los vallados será de 2,20 m. Los primeros 0,60 m del vallado se podrán sustituir por un murete de mampostería ordinaria con todas sus caras vistas.”*

A raíz de lo descrito en la norma, se decide colocar un muro perimetral de 0,60 m de altura, formados por bloques de hormigón prefabricado con dimensiones: 120 x 250 x 500 mm. Encima de este muro se dispone una malla metálica de 1,5 m de altura, cumpliendo así con la altura permitida por

la norma (2,20m). La longitud total a cubrir es de 683 metros lineales, esta distancia se comprueba en el *Plano 3: Posición dentro de la parcela*.

La malla metálica que se ha seleccionado es de acero galvanizado plastificado con dimensiones del mallado: 8 mm de paso de malla, 1,1 mm de diámetro y dimensiones totales: longitud 2500 mm y 1500 mm de altura. Se han seleccionado postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 m de altura.

En la siguiente figura (*Figura 22*) se muestra la malla seleccionada:

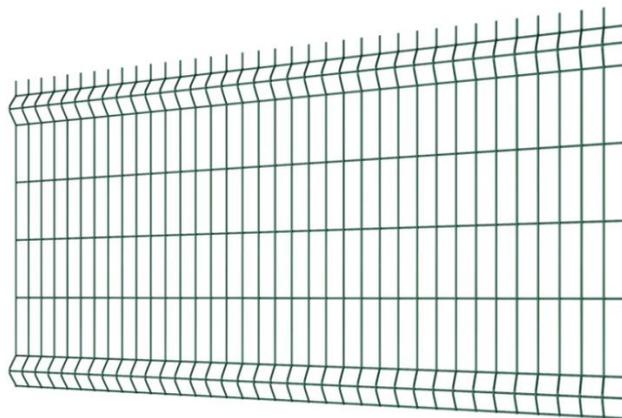
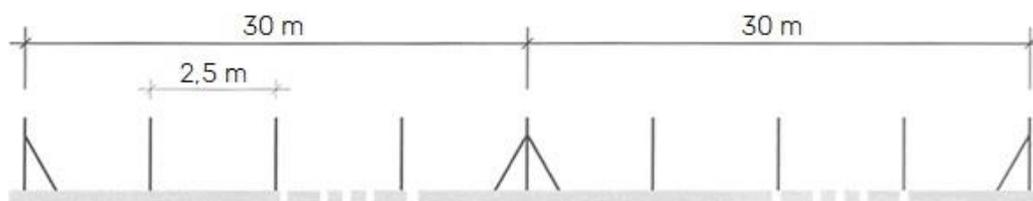


Figura 22: Malla vallado perimetral

Fuente: www.leroymerlin.com [consulta: 2021]

Para añadirle estabilidad al vallado, se decide instalar postes intermedios cada 2,5 m. Además se colocan postes de refuerzo cada 30 metros lineales para aumentar la resistencia de la estructura [8]. En la *Figura 23* se muestran las distancias entre postes:



DISTRIBUCIÓN ESQUEMÁTICA DE POSTES

Figura 23: Distribución posters de refuerzo

Fuente: www.hierrosmolina.com [consulta: 2021]

En la siguiente figura (*Figura 24*), se muestra un ejemplo de vallado perimetral completo. Está compuesto por el muro de bloques de hormigón prefabricado, los postes para instalar las mallas y la malla metálica. Además, se cubre la malla con plantas trepadoras o setos para tapizar el vallado.



Figura 24: Ejemplo de vallado perimetral

Fuente: www.cerramientosalbacete.com [consulta: 2021]

9.3. Cimentación

En el siguiente apartado se explica la cimentación presente en la nave. Se ha empleado para ello zapatas y vigas de atado. Para facilitar el trabajo en la obra, se ha decidido usar solo 3 tipos de zapatas y 1 tipo de viga de atado.

Las características del hormigón estructural que se empleará para la elaboración de los elementos de cimentación son las siguientes. Hay que destacar que el análisis de la obtención de los siguientes valores se ha realizado en los primeros apartados del *Anexo 2: cálculo estructural*.

HA- 30/B/20/ IIIa; B-500S ($Y_s=1,15$). CEM III/A.

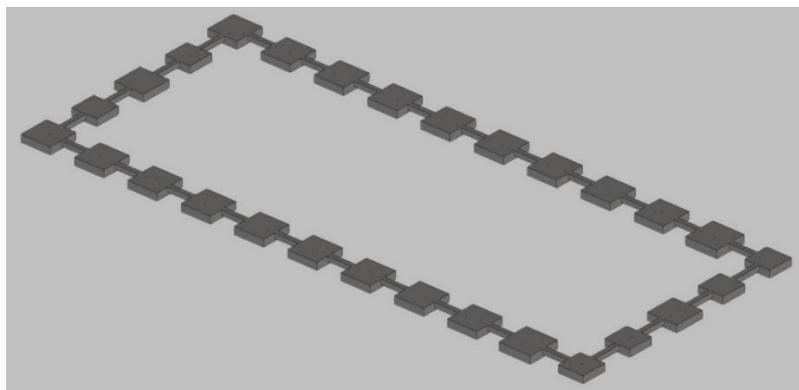


Figura 25: Vista 3D de la cimentación

Fuente: Elaboración propia

9.3.1. Terreno

La parcela donde se ha decidido ubicar la estructura metálica, es una parcela agrícola donde se encuentra cultivos como olivos y aguacateros. El desnivel del terreno es mínimo (5%). Para conocer las características del terreno se debe hacer un estudio geotécnico del mismo para obtener valores precisos de la tensión admisible del terreno y con ello obtener un estudio de cimentación más preciso y exacto.

Al no disponer de dicho estudio se realiza una aproximación de las características del terreno teniendo en cuenta el material sobre el que construirá la edificación (depósitos aluviales y coluviales, es decir zona de desembocadura de barrancos) y según este material, se puede hallar la tensión del terreno.

El suelo se puede caracterizar como arena semidensa, obteniendo una tensión admisible del terreno de $0,194 \text{ N/mm}^2$, pudiendo aproximarse a $0,2 \text{ N/mm}^2$. Este valor es un valor usual que nos da la información de que el terreno es favorable y que no se tienen especiales complicaciones geotécnicas, por lo que esto genera una cimentación con zapatas aisladas ordinadas, al igual que vigas de atado comunes.

9.3.2. Zapatas

Los primeros elementos de cimentación que se han calculado son las zapatas aisladas rígidas de hormigón armado. Estas son consideradas rígidas porque su vuelo es menor a dos veces el canto de la zapata.

Estas son 28 en total y se dividen en tres tipos:

- ❖ Zapata tipo 1. Este tipo de elemento representa una gran parte de las zapatas totales de la obra, ya que existen 20 zapatas de este tipo. Las dimensiones son: $275 \times 275 \times 60 \text{ cm}$. El armado está conformado por barras corrugadas que forman una parrilla, como se observa en la *Figura 26*.

La parrilla está compuesta por un armado inferior, dentro de las cuales se posicionan barras longitudinales y transversales. El armado está compuesto por 14 redondos de diámetro 12 mm, dispuestos cada 20 cm. Estas barras tienen una longitud total de 265 cm.

- ❖ Zapata tipo 2. Existen 2 zapatas de este tipo. Las dimensiones son: 295 x 295 x 65 cm.

La parrilla está compuesta por un armado superior e inferior, dentro de las cuales se posicionan barras longitudinales y transversales. Ambos armados están compuestos por 15 redondos de diámetro 12 mm, dispuestos cada 19 cm. Estas barras tienen una longitud total de 285 cm.

- ❖ Zapata tipo 3. Existen 6 zapatas de este tipo. Las dimensiones son: 235 x 235 x 60 cm.

La parrilla está compuesta por un armado superior e inferior, dentro de las cuales se posicionan barras longitudinales y transversales. Ambos armados están compuestos por 12 redondos de diámetro 12 mm, dispuestos cada 20 cm. Estas barras tienen una longitud total de 225 cm.

En la siguiente figura (*Figura 26*) se representa el armado que tienen las zapatas de la nave.

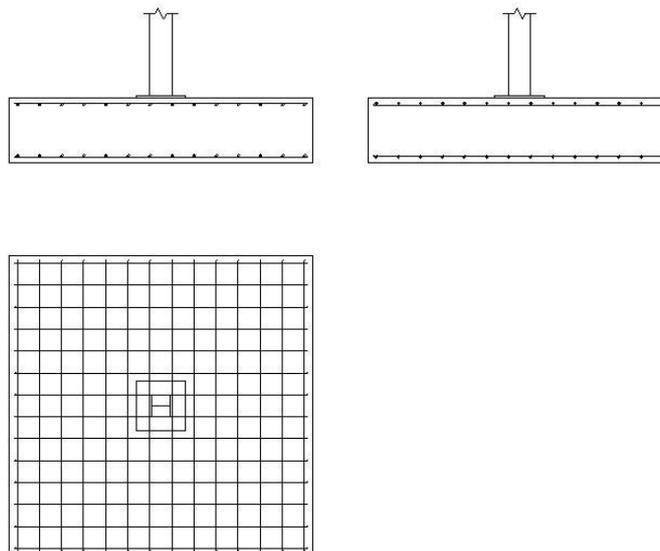


Figura 26: Armado de las zapatas

Fuente: Elaboración propia

9.3.3. Vigas de atado

En base a facilitar la ejecución de la obra, se ha empleado un solo tipo de vigas de atado (componente que sirve de unión entre las zapatas). Se disponen de 28 vigas de atado en total y un armado como se representa en la *Figura 27*. Como se observa en dicha figura, el armado transversal compuesto por cercos de la riostra (viga de atado) se efectúa hasta la cara del pilar.

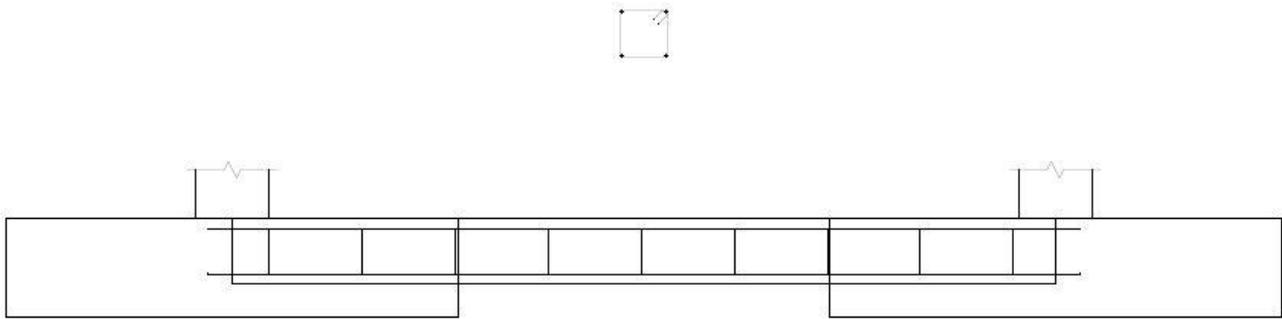


Figura 27: Armado de las vigas de atado

Fuente: Elaboración propia

9.3.4. Placas de anclaje

El elemento que se emplea como unión entre los elementos de cimentación (zapatas y vigas de atado) y la estructura metálica son las placas de anclaje. En el proyecto se dispone de un tipo de placa de anclaje. Esta está formada por una placa base de dimensiones: 450 x 450 x 18 mm, 8 pernos de anclaje de diámetro 20 mm, anclados 500 mm en el hormigón de la zapata, con una patilla de 100 mm. Esta patilla favorece la unión de dicha placa con el armado de la cimentación

Además se dispondrá de un mortero de nivelación entre la zapata y la placa base con grosor de 20 mm. En el *Plano 6: Vigas de atado y placa anclaje del Anexo 1: Planos*, se muestran con más detalles estos elementos.

En la placa se dispone de un rebosadero de dimensión 40 mm, el cual sirve para comprobar el nivel de hormigón de la cimentación del pilar metálico.

9.3.5. Solera

La solera está realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa y con acero B500S. El armado está formado por redondos de 10 mm distribuidos entre sí por 20 cm. Se dispondrá de armadura inferior y superior, consiguiendo así formar una malla metálica. El espesor de la capaz de hormigón es de 20 cm, separando tanto el armado inferior como el superior 5 cm del borde.

En los bordes de la solera se dispondrá de un refuerzo, ya que en ese punto se apoya el muro del cerramiento lateral.

Los detalles de la solera se observan en el *plano 7: Cimentación: detalle viga atado, detalle solera y placa de anclaje*, en el cual se muestran los armados general y de borde, además de mostrar la compactación necesario de la superficie que se encuentra por debajo de la solera, en este caso es necesario una compactación al 95%, distribuidas en capaz de 30 cm de espesor. También se muestra una lámina de plástico consiguiendo evitar una pérdida de hormigón al rellenar la solera.

La solera tiene una capa de acabado que se realiza con un revestimiento superior antideslizante. Mortero tipo Sikafloor-263 SL coloreado en verde. El revestimiento es importante en la solera del análisis estructural, ya que al añadirlo se consigue una capa antideslizante muy necesaria en la industria ganadera.

Una vez hecha la solera se realizan juntas serradas y selladas mediante un corte de 4 cm de profundidad cada 2 metros, consiguiendo así evitar futuras fisuras en la capa de hormigón de la solera.

La solera debe tener una inclinación para que el sistema de evacuación de aguas (sistema formado por imbornales) sea eficiente. Por ello se realizan 4 tramos de soleras con una inclinación del 1%. Esta inclinación se muestra en el CORTE A-A realizado en el *Plano 15: Sistema saneamiento mediante imbornal*.

9.4. Estructura metálica

La estructura tiene 50 m de largo y 20 m de ancho, consiguiendo una superficie total de 1000 m². Además, tiene una altura de cumbrera de 5,5 m. En su interior existe una zona dedicada a los corrales y otra para almacenaje. La estructura está formada por 10 pórticos laterales distribuidos uniformemente con una longitud entre ellos de 5 m formando una cubierta en forma de diente de sierra.

En los siguientes subapartados se explican los pórticos de la nave, las cerchas que se han dispuesto, las correas de la cubierta y el sistema de arriostramiento.

Cabe destacar que todos los elementos que se nombran a continuación están realizados de acero laminado S275. Los nudos que anclan la estructura a la cimentación se consideran empotrados y se resuelven con un sistema de perno-tuerca, en cambio a los nudos interiores se les considera empotrados-articulados y se resuelven mediante soldaduras.

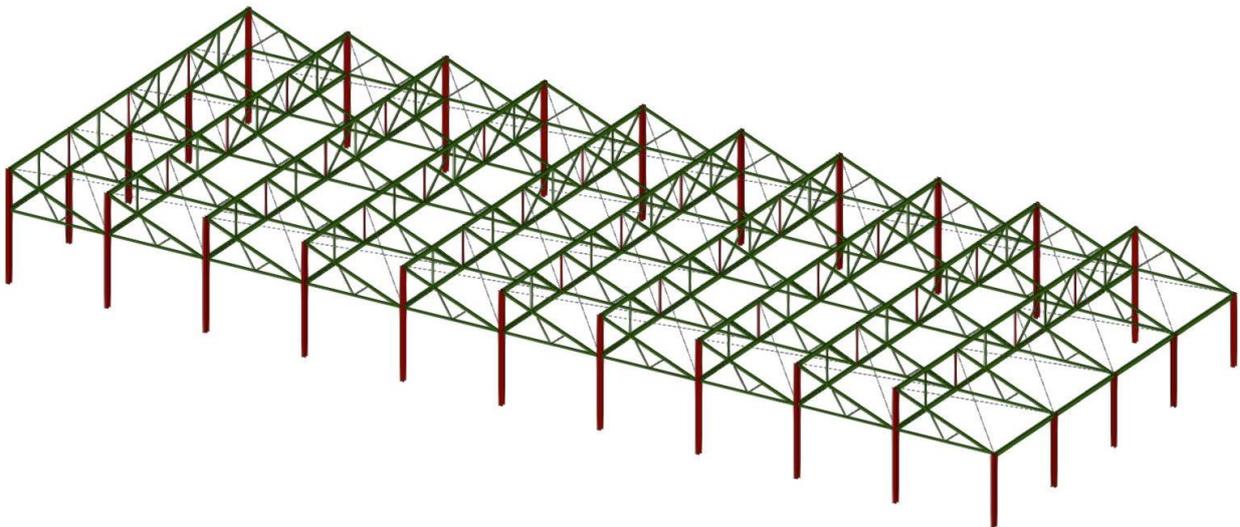


Figura 28: Estructura de la nave 3D

Fuente: Elaboración propia

9.4.1. Pórtico fachada frontal

El pórtico de fachada frontal tiene una altura de 5,50 m y una longitud de 20 m, está formado por 2 vigas longitudinales de perfil RHS 200x100x8,0. Además, al pórtico se le añade una cercha de 2 m de altura, entre las vigas para darle resistencia a la estructura y esta está formada por barras de perfiles SHS 60x4,0 para los montantes y perfiles 70x6,0 para las diagonales.

Los pilares del pórtico están formados por perfiles HE 200 B, con una longitud de 5,5 m para los dos exteriores y de 3 m para los tres interiores. Estos se encuentran empotrados a la base.

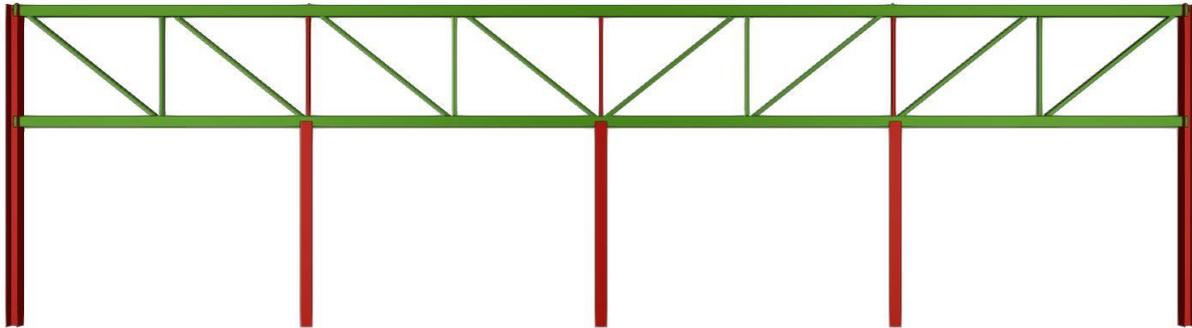


Figura 29: Pórtico de fachada frontal

Fuente: Elaboración propia

9.4.2. Pórtico fachada posterior

El pórtico de fachada posterior tiene una altura de 3,50 m y una longitud de 20 m, está formado por una viga longitudinal de perfil RHS 200x100x8,0 y por 5 pilares de perfil HE 200 B por pórtico, 3 de ellos serían pórticos centrales y 2 pórticos los laterales, que son compartidos con los pórticos exteriores.

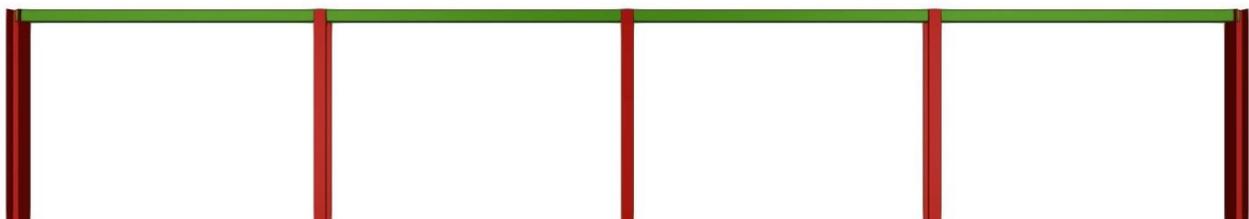


Figura 30: Pórtico de fachada posterior

Fuente: Elaboración propia

9.4.3. Pórtico interior

Los pórticos interiores son 8 y tienen una luz de 20 m. Están dimensionados por dos vigas longitudinales de perfil RHS 200x100x8,0 además, se le ha añadido una celosía entre las vigas mencionadas para aumentar la resistencia del pórtico.

Esta celosía tiene 2 metros de altura y 20 metros de longitud y está formada por barras de perfil SHS 60x4,0 para los montantes y un perfil SHS 70x6,0 para las diagonales. Se disponen los montantes cada 5 m por lo que hay 7 en cada pórtico, en cuanto a las diagonales se colocan 8.

Los pilares del pórtico están formados por perfiles HE 200 B, con una longitud de 5,5 m para los dos que se disponen en este pórtico.

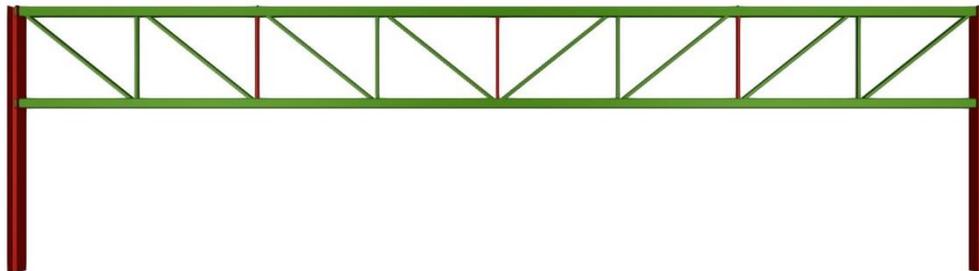


Figura 31: Pórtico interior

Fuente: Elaboración propia

9.4.4. Cercha lateral

La cercha lateral está formada por 3 barras diagonales de perfil SHS 45x4,0. Se sitúa entre la viga lateral RHS 96x48x4,8 y el faldón inclinado RHS 122x61x4,5 para aportar resistencia a la cubierta. Los nodos se consideran articulados y las uniones se realizan soldadas, se muestran detalles de estas en los planos de los pórticos de la estructura.

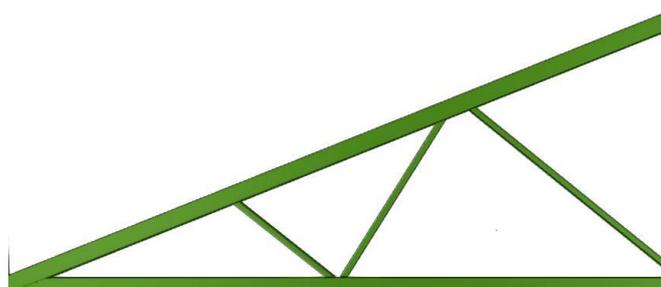


Figura 32: Cercha lateral

Fuente: Elaboración propia

9.4.5. Cercha frontal

Esta celosía tiene 2 metros de altura y 20 metros de longitud y está formada por barras de perfil SHS 60x4,0 para los montantes y un perfil SHS 70x6,0 para las diagonales. Se disponen los montantes cada 5 m por lo que hay 7 en cada pórtico, en cuanto a las diagonales se colocan 8.

Al igual que en la cercha lateral, los nodos se consideran articulados y se resuelven mediante procesos de soldadura.

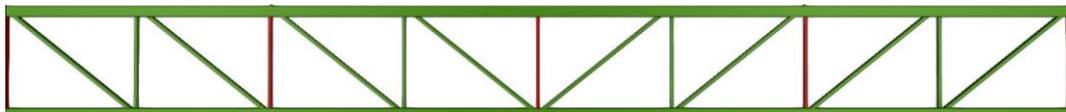


Figura 33: Cercha interior

Fuente: Elaboración propia

9.4.6. Cubierta y correas

La cubierta se divide en 4 faldones de 5 m de longitud cada uno formando una cubierta con una superficie total de 100 m². Esta además, tiene una inclinación de 21,8 °.

Se han empleado 5 perfiles RHS 122x61x4,5 para la cubierta inclinada y 5 perfiles horizontales RHS 96x48x4,8 formando un triángulo si se observa la nave lateralmente (*figura 34*). Esta estructura triangular se encuentra reforzada con una celosía que a su vez está formada por 3 barras diagonales de perfil SHS 45x4,0.

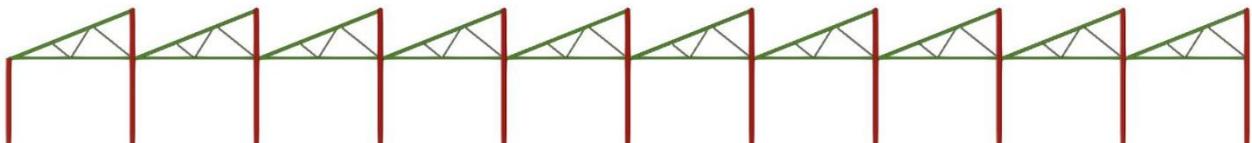


Figura 34: Pórtico lateral

Fuente: Elaboración propia

Se ha aprovechado la celosía para distribuir las correas en la cubierta, estas serían 5 barras de perfil IPE180 con una longitud de 5 m y distribuidas cada 1,80 m. Los paneles sándwich para el cerramiento de la cubierta, se apoyan en dichas correas.

9.4.7. Arriostramientos

El sistema de contraviento de la estructura se divide en dos partes, la primera se sitúa en los faldones inclinados de cubierta y la segunda es el cerramiento lateral que se realiza con bloques de hormigón vibrado. Para el caso se han dispuesto de un circular perfil (R15) y las uniones se resuelven con un sistema atornillado.

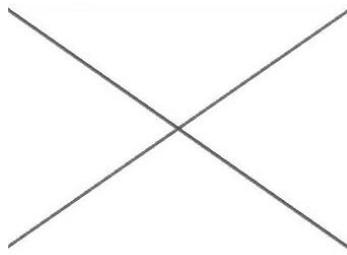


Figura 35: Cruce perfiles R15

Fuente: Elaboración propia

Las barras situadas en la cubierta, se colocan perfiles angulares de R15 en toda la cubierta de los pórticos de fachadas y además, se sitúan perfiles angulares de R15 a lo largo de toda la cubierta lateral de la nave. La distribución de estos se muestra en la *figura 36* que es una vista de planta de la estructura.

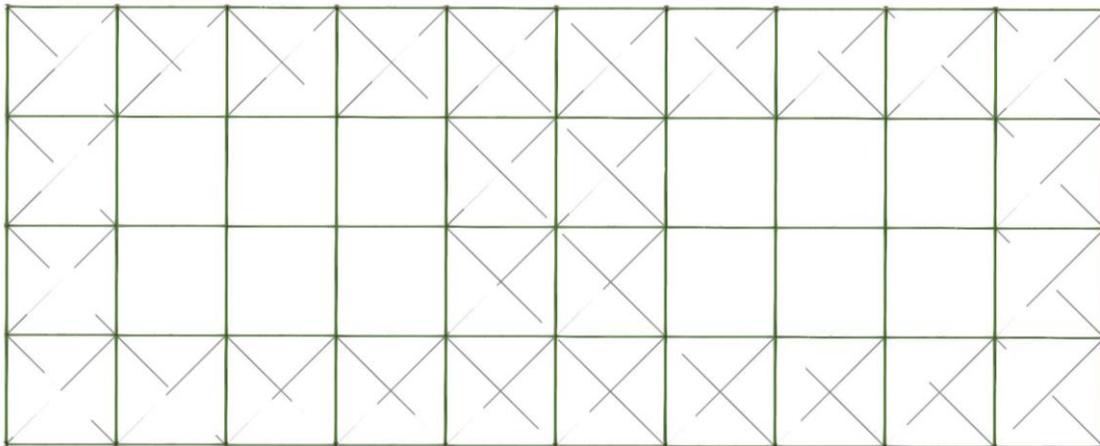


Figura 36: Arriostramiento de cubierta

Fuente: Elaboración propia

Como se ha comentado, el otro sistema de arriostramiento de la estructura es el muro perimetral de la nave que se forma con bloques de hormigón prefabricado de dimensiones 200 x 500 x 200 mm (base x longitud x altura). Es muy importante mencionar que el muro citado forma parte de la estructura de contra viento por ello no se podrá modificarlo.

9.5. Cerramiento

El cerramiento de la nave se encuentra dividido en dos partes: la cubierta y la fachada. Para obtener una perspectiva de estos, se pueden observar los Planos: *Plano 9: Estructura de la cubierta* y *Plano 14: Cerramiento Lateral*.

9.5.1. Cerramiento de la cubierta

El cerramiento de cubierta se realiza con paneles sándwich de espesor 80mm. El panel seleccionado es elaborado por la empresa ISOPAN y tiene como nombre “Isocop Farm Coat” (*Figura 37*), estos paneles la empresa los crea para ser utilizados en edificios de explotaciones ganaderas ya que tienen buen aislamiento térmico, son resistentes a los agentes agresivos, poseen una gran resistencia estructural y contribuyen favorablemente a la evacuación pluvial de la nave.

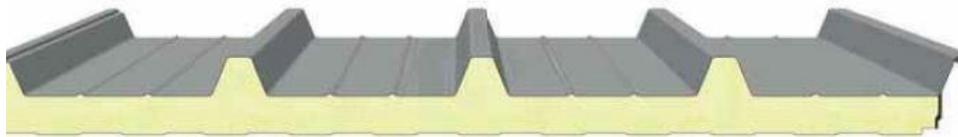


Figura 37: Panel sándwich

Fuente: Catálogo ISOPAN

Estos se sitúan en la parte superior de la nave apoyados en un conjunto de correas de perfil IPE180 distribuidas entre sí por 1,80 m. El tamaño de los paneles es de 2000 mm de ancho por 1800 mm de alto, distribuyéndose así debido a las separaciones de las correas. Se dispondrán 3 filas de dichos paneles, albergando cada fila un total de 10 paneles.

La nave tiene una forma de diente de sierra, por ello para la cubierta inclinada se han dispuestos los paneles ya comentados y para la cubierta vertical de tamaño: 20000 mm de longitud y 2000 mm de altura se ha dispuesto los mismos paneles sándwich pero con una longitud de 2000 mm de ancho por 2000 mm de alto, consiguiendo así formar un cerramiento de 10 paneles verticales en cada cubierta.

9.5.2. Cerramiento de la fachada

El cerramiento de fachada se realiza con bloques de hormigón prefabricado con dimensiones: 200 x 500 x 200 mm (base x longitud x altura) y con un peso de 19,40 kg. Se ha seleccionado dicho material porque el mantenimiento mínimo, tiene un buen comportamiento mecánico frente a las sollicitaciones exigidas y además, el coste es reducido en comparación a otros elementos de cerramiento.

El cerramiento lateral de la nave es de importancia en el comportamiento de la estructura, ya que al estar fijo entre los pilares de la estructura metálica sirve como sistema de contraviento, por ello no se podrá modificar el cerramiento lateral de la nave.

El muro se sitúa apoyado en la solera de borde de la nave, por lo que no ha hecho falta calcular una estructura para soportar el peso de los bloques.

Se dispondrá de un muro vertical con un tamaño de 30 m. La cubierta, al tener la nave forma de diente de sierra se situará un muro inclinado apoyado en el muro vertical anteriormente nombrado.



Figura 38: Bloque prefabricado de hormigón

Fuente: www.industrialcanaria.com [consulta: 2021]

Para calcular costes, se realiza una estimación del área que se debe cubrir en el cerramiento lateral. En primer lugar calculamos la superficie que se prevé calcular lateralmente (suponiendo una longitud de 50 m y una altura de 3 m, es decir no se incluye la facha lateral vertical que forma la cubierta inclinada) además, se incluyen los huecos de la fachada.

$$A_{total} = (50 * 3,5) - [10 * (1 * 2) + 2 * (2 * 1)]$$

$$A_{total} = 153 \text{ m}^2$$

En el pórtico de fachada (cerramiento frontal) se calcula excluyendo los dos huecos que se colocan para las puertas principales:

$$A_{total} = (20 * 3) - [10 * 3]$$

$$A_{total} = 30 \text{ m}^2$$

En el pórtico trasero (cerramiento posterior) se calcula excluyendo los dos huecos que se disponen para dos puertas:

$$A_{total} = (20 * 3) - [6 * 3]$$

$$A_{total} = 42 \text{ m}^2$$

El cerramiento lateral inclinado perteneciente a la cubierta se calcula sin ningún hueco requerido:

$$A_{total} = 10 * \left[\left(\frac{5 * 2}{2} \right) \right]$$

$$A_{total} = 50 \text{ m}^2$$

Estos resultados se emplean en el cálculo de la estimación de costes del cerramiento lateral, en el cual se usan muros de hormigón prefabricado.

9.6. Evacuación de aguas

En el siguiente apartado se explica el cálculo de evacuación de aguas del edificio, este se divide en dos: En primer lugar el saneamiento y seguidamente la instalación pluvial.

En el *Plano 15: Huecos previstos para saneamiento* y en el *Plano 16: Sistema evacuación de aguas pluviales*, se expone con más detalle el apartado que a continuación se explica.

9.6.1. Saneamiento

El saneamiento interior de la nave se ha resuelto empleando un sistema de imbornales, es decir se han dispuesto dos imbornales, en cada pasillo de la nave añadiendo además, una inclinación a la solera para que la corriente del agua vaya hacia dichos elementos. Cada imbornal tiene un ancho de 40 cm y como pendiente 2%, que esta se sitúa a la mitad de su longitud, consiguiendo así una doble corriente de evacuación de agua.

En el *Plano 15: Sistema saneamiento mediante imbornal*, se encuentran los detalles constructivos del sistema mencionado. Como se ha mencionado en apartados anteriores, la solera posee una pendiente de un 1% para facilitar la evacuación de agua, en el CORTE A-A del plano mencionado se muestran las pendientes como deben de construirse.

9.6.2. Instalación pluvial

La instalación pluvial se regula en el código técnico de la edificación (CTE), en la sección del documento básico de salubridad (*DB-HS*).

Se acude al Apéndice B *obtención de la intensidad pluviométrica* para calcular la intensidad media anual de lluvia. En el caso de la nave en estudio se trata de una zona B, en donde la isoyeta varía entre 30 y 40, por lo que se puede concluir que la intensidad pluviométrica es de 100 mm/h.

Para proceder al cálculo de los sumideros, canalones y bajantes se acude al apartado 4.2 *Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales* de la misma norma.

La nave está formada por una cubierta que se divide en 10 tramos de superficie de 100 m² cada uno. Por ello se ha dispuesto de 10 sumideros, uno para cada tramo.

Se emplea una pendiente del 2% para los tramos de canalones, por ello el diámetro de estos canalones de sección semicircular es de 125 mm.

El diámetro de las bajantes según la normativa es de 63 mm pero como el canalón tiene un diámetro de 125 mm se decide utiliza ese mismo valor para la bajante y evitar así un efecto de embudo en la unión de la bajante con el canalón.

En cuanto a los colectores de agua pluviales se obtiene un valor de 125 mm, teniendo en cuenta la pendiente del colector y la superficie de cubierta, y los diámetros del resto de elementos de la instalación.

En el *Plano 16: Sistema evacuación de aguas pluviales*, se muestra la distribución en cubierta de los elementos citados en este apartado. Hay que destacar, que la flecha en dicho plano indica el descenso de los faldones en cubierta.

Tabla 9: Datos de la instalación pluvial

Sumidero (cubierta)	Superficie (m ²)	Ø canalón (mm)	Ø bajante (mm)
S1	100	125	125
S2	100	125	125
S3	100	125	125
S4	100	125	125
S5	100	125	125
S6	100	125	125
S7	100	125	125
S8	100	125	125
S9	100	125	125
S10	100	125	125

Fuente: Elaboración propia

10. RESUMEN DE LA ESTIMACIÓN DE COSTES

En este apartado se muestra el resumen de la medición y presupuesto que se ha realizado para la nave en estudio. En el *ANEXO 3: Estimación de costes* se muestran los detalles del análisis.

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
1	<i>CIMENTACIÓN</i>	43.028,05 €
2	<i>ESTRUCTURA METÁLICA</i>	108.211,93 €
3	<i>CERRAMIENTO Y CUBIERTA</i>	127.184,07 €
4	<i>EVACUACIÓN AGUAS PLUVIALES</i>	10.446,80 €
5	<i>CERRAMIENTO DE LA PARCELA</i>	30.487,92 €
<i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL TOTAL</i>		318.169,49 €

La estimación del coste de ejecución de material asciende a la cantidad de: TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Güímar, 9 de julio de 2021.

11. CONCLUSIÓN

Los principales objetivos de este Trabajo de Fin de Grado han sido el diseño de la estructura, el cálculo estructural, redacción de documentos y estimación de costes.

A lo largo de la resolución del estudio estructural han ido apareciendo complicaciones, por lo que el diseño definitivo que se muestra se ha ido modificado previamente para solucionar los problemas que han surgido.

Se han empleado conocimientos en el ámbito de: las construcciones estructurales, de la oficina técnica y de la elaboración de planos gráficos.

Finalmente, se ha obtenido un análisis estructural completo, en el cual la nave cumple unas restricciones de diseño y de cálculo estructural. Se han realizado los planos de la estructura y de sus principales instalaciones y además, se ha calculado una estimación de costes.

En la siguiente tabla se muestran los principales datos del estudio estructural:

Tabla 10: Resumen análisis estructural

DATOS DEL ESTUDIO	
Dimensiones de la nave	50 x 20 m ²
Emplazamiento de la parcela	Polígono 10, Parcela 45, LOS TOPOS, Güímar
Coordenadas UTM parcela	X= 362.597,32 Y= 3.131.592,28 Altitud= 165,15 m
Altura de la nave	5,5 m
Tipo explotación ganadera	Ovina
Tipo de cubierta	Diente de sierra con 10 pórticos separados 5 m
Estimación del coste	318.169,49 €

Fuente: Elaboración propia

12. CONCLUSION

The main objectives of this Final Degree Project have been the design of the structure, the structural calculation, drafting of documents and cost estimation.

Throughout the resolution of the structural study, complications have appeared, so the definitive design shown has been previously modified to solve the problems that have arisen.

Knowledge has been used in the field of structural constructions, the technical office and the elaboration of graphic plans.

Finally, a complete structural analysis has been obtained, in which the ship complies with design and structural calculation restrictions. The plans of the structure and its main facilities have been made and a cost estimate has also been calculated.

The following table shows the main data of the structural study:

Tabla 11: Structural study summary

STUDY DATA	
Warehouse dimensions	50 x 20 m ²
Parcel location	Polígono 10, Parcela 45, LOS TOPOS, Güímar
UTM coordinates of the parcel	X= 362.597,32 Y= 3.131.592,28 Altitud= 165,15 m
Warehouse height	5,5 m
Type of livestock farm	Ovine
Type of cover	Serrated with 10 gates separated by 5 m
Cost estimate	318.169,49 €

Fuente: Own Elaboration



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO 1: PLANOS

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor:

David Mendoza Pérez

Tutores:

Felipe Santiago Alcover Brito

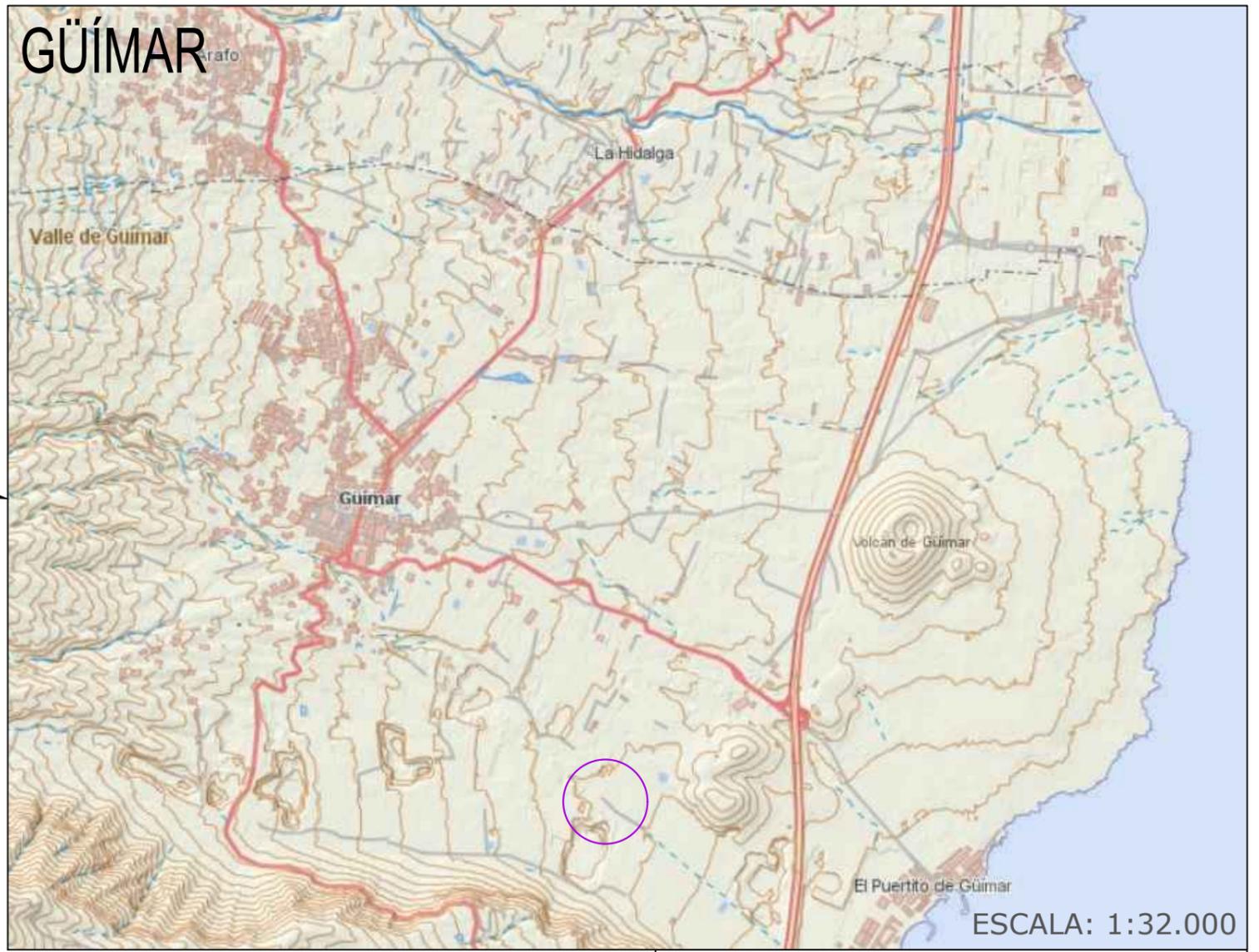
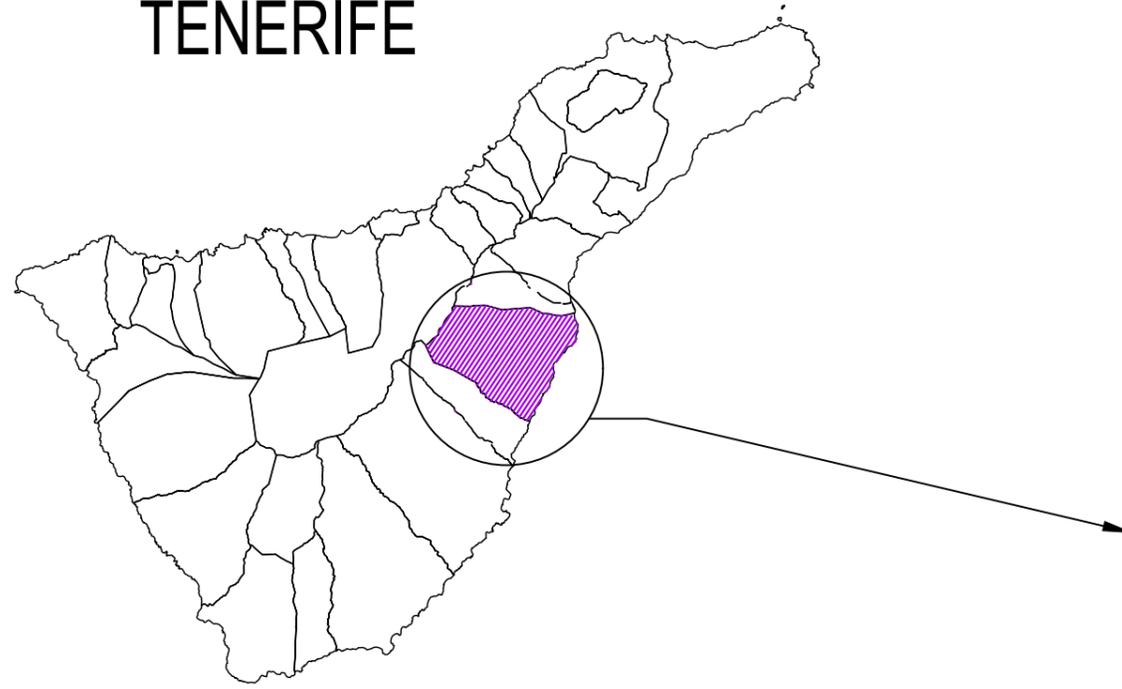
Claudio Briones Barrera

Julio 2021

ÍNDICE PLANOS

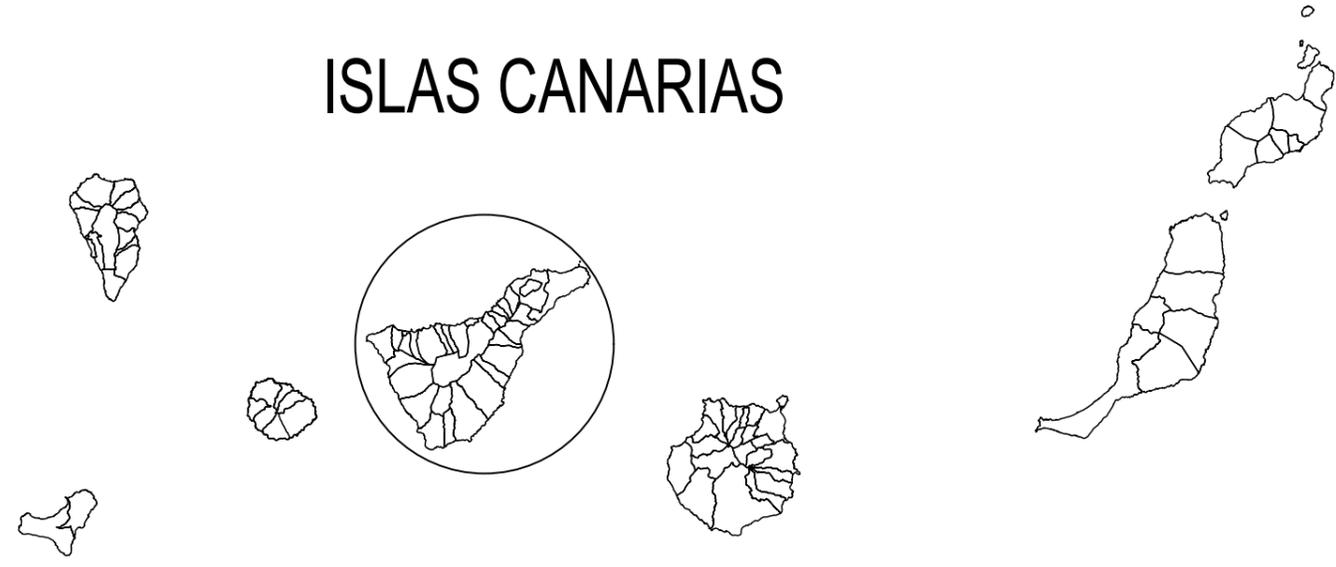
1. SITUACIÓN	1
2. EMPLAZAMIENTO	2
3. POSICIONAMIENTO NAVE Y VISTA 3D	3
4. DISTRIBUCIÓN ACOTADO	4
5. PLANTA CIMENTACIÓN.....	5
6. CIMENTACIÓN: DETALLE DE ZAPATAS.....	6
7. CIMENTACIÓN: DETALLE DE VIGA DE ATADO, SOLERA Y PLACA ANCLAJE	7
8. ESTRUCTURA 3D	8
9. ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA	9
10. PÓRTICO FRONTAL	10
11. PÓRTICO INTERIOR	11
12. PÓRTICO POSTERIOR	12
13. PÓRTICO LATERAL	13
14. CERRAMIENTO LATERAL	14
15. SISTEMA SANEAMIENTO MEDIANTE IMBORNAL	15
16. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.....	16

TENERIFE

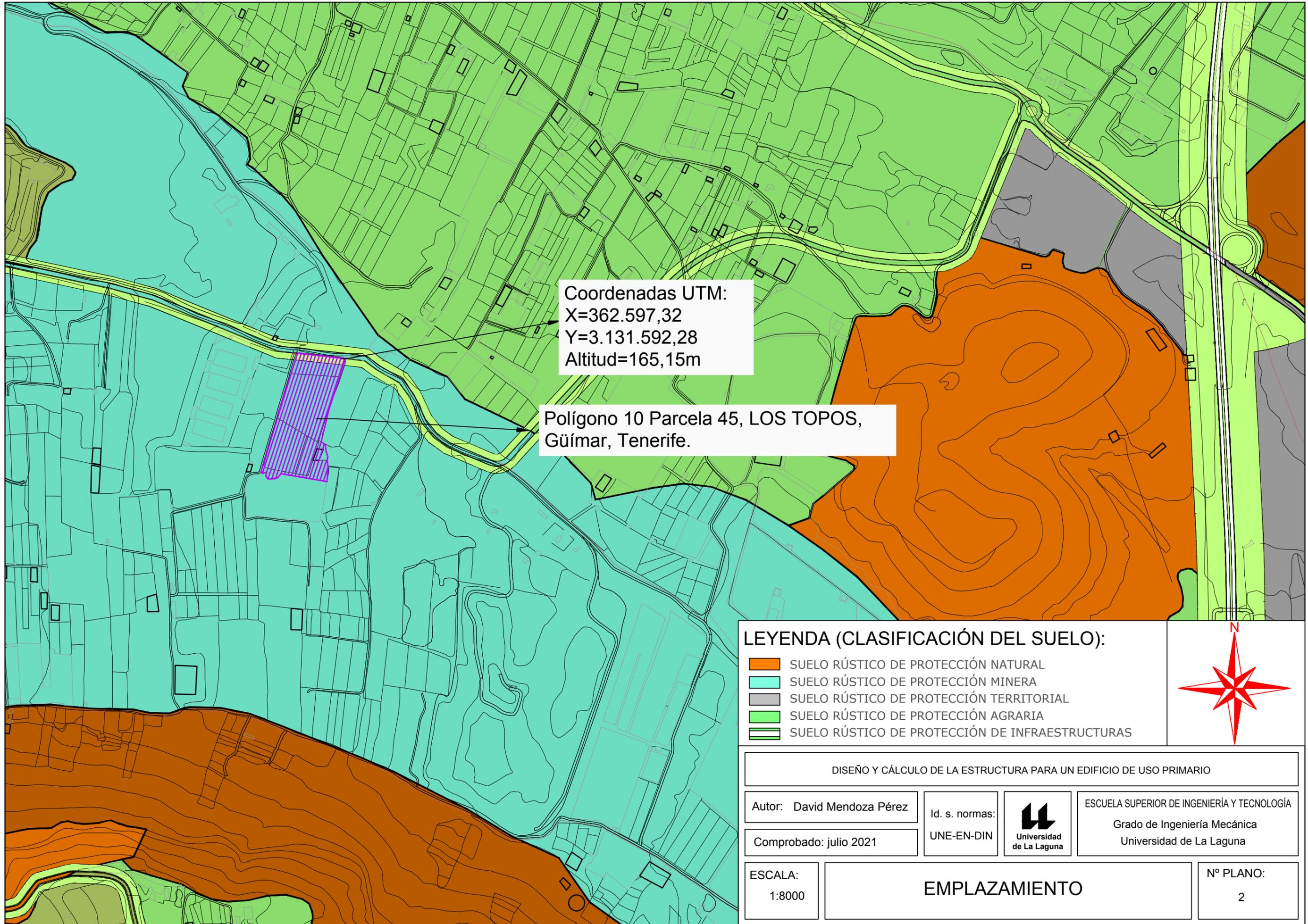


Municipio: Güímar
Código postal: 38500
Provincia: Santa Cruz de Tenerife

ISLAS CANARIAS



DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021	ESCALA: S/E		Nº PLANO: 1
SITUACIÓN			



Coordenadas UTM:
 X=362.597,32
 Y=3.131.592,28
 Altitud=165,15m

Polígono 10 Parcela 45, LOS TOPOS,
 Güímar, Tenerife.

LEYENDA (CLASIFICACIÓN DEL SUELO):

- SUELO RÚSTICO DE PROTECCIÓN NATURAL
- SUELO RÚSTICO DE PROTECCIÓN MINERA
- SUELO RÚSTICO DE PROTECCIÓN TERRITORIAL
- SUELO RÚSTICO DE PROTECCIÓN AGRARIA
- SUELO RÚSTICO DE PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS



DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO

Autor: David Mendoza Pérez

Id. s. normas:
 UNE-EN-DIN



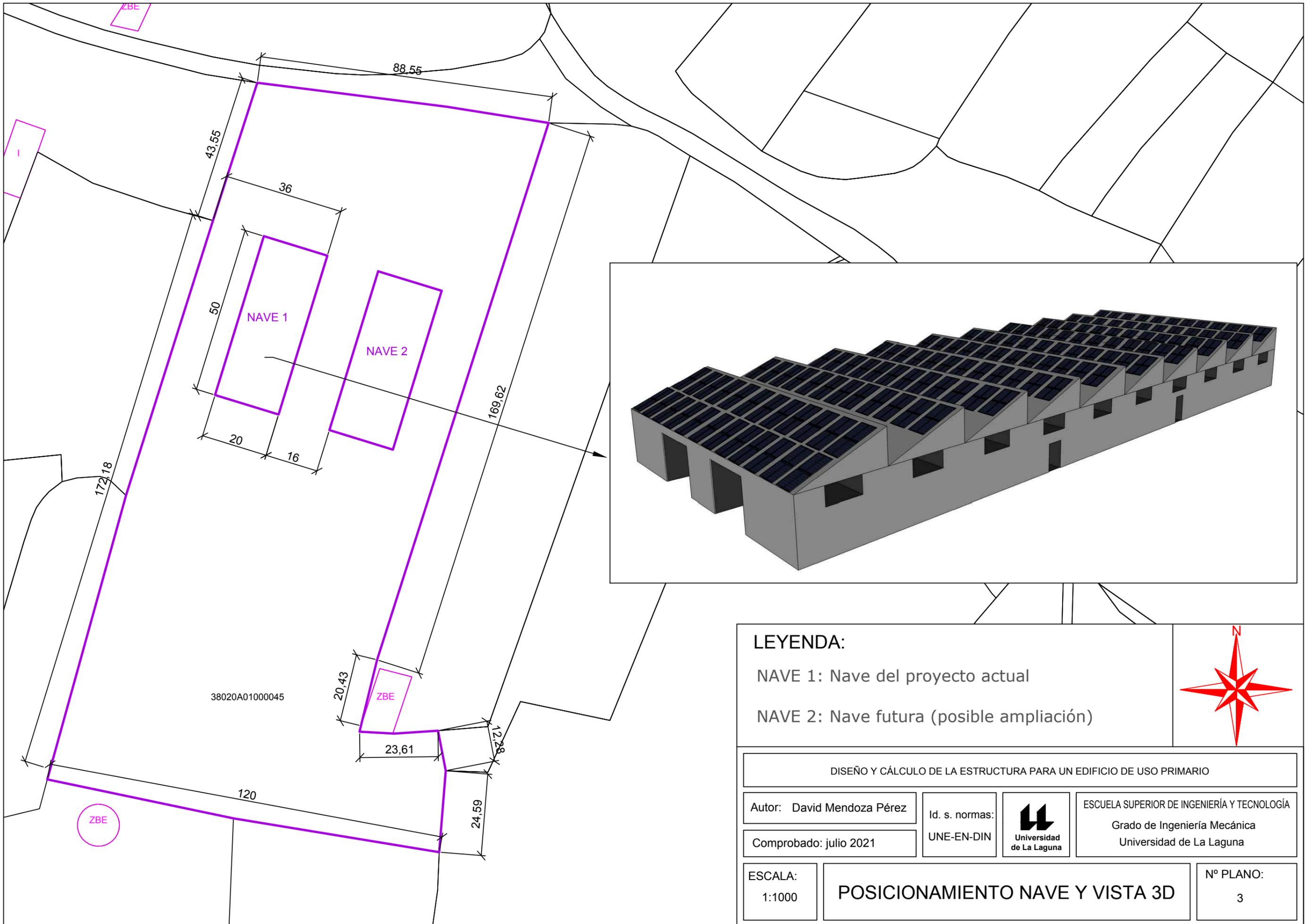
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
 Grado de Ingeniería Mecánica
 Universidad de La Laguna

Comprobado: julio 2021

ESCALA:
 1:8000

EMPLAZAMIENTO

Nº PLANO:
 2



ZBE

88,55

43,55

36

50

NAVE 1

NAVE 2

20

16

169,62

172,18

38020A01000045

20,43

ZBE

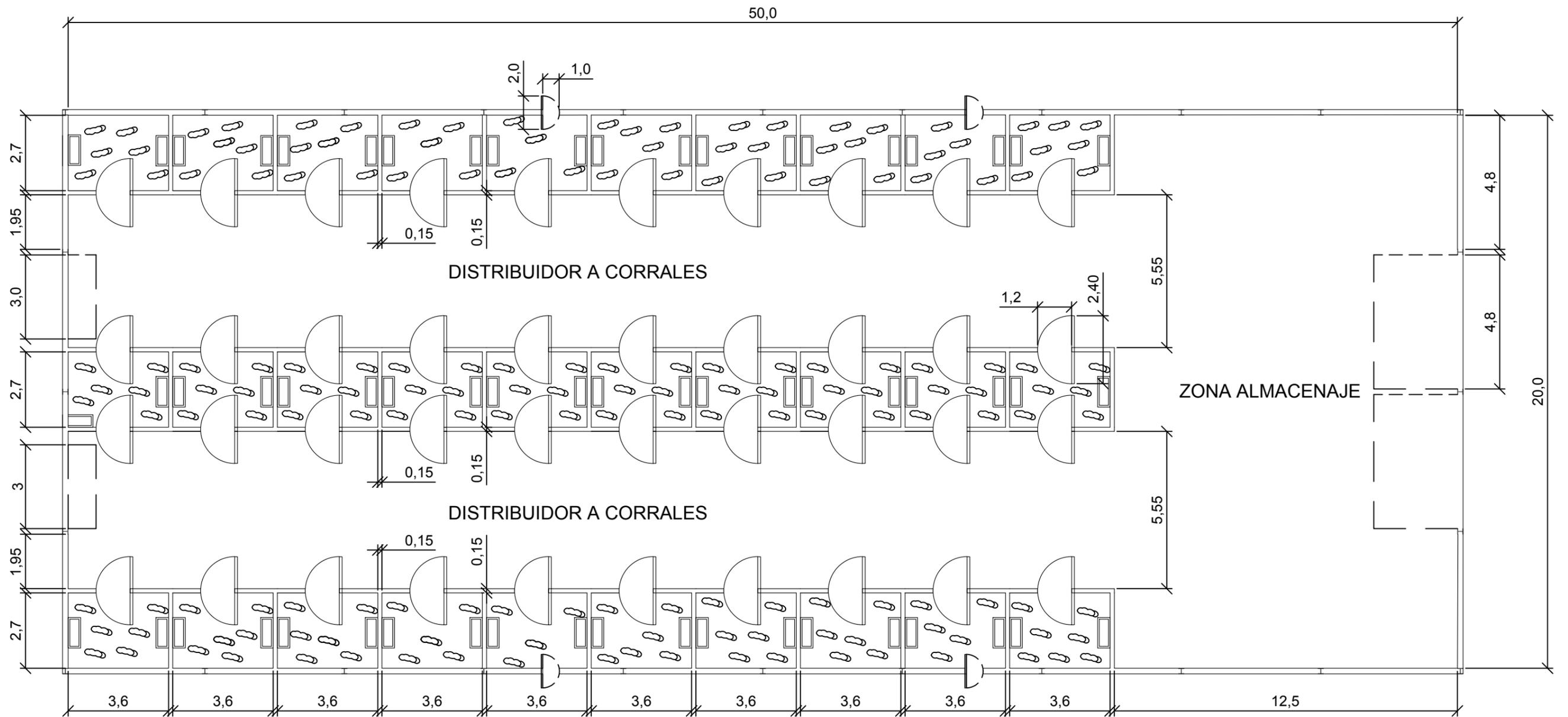
23,61

12,28

120

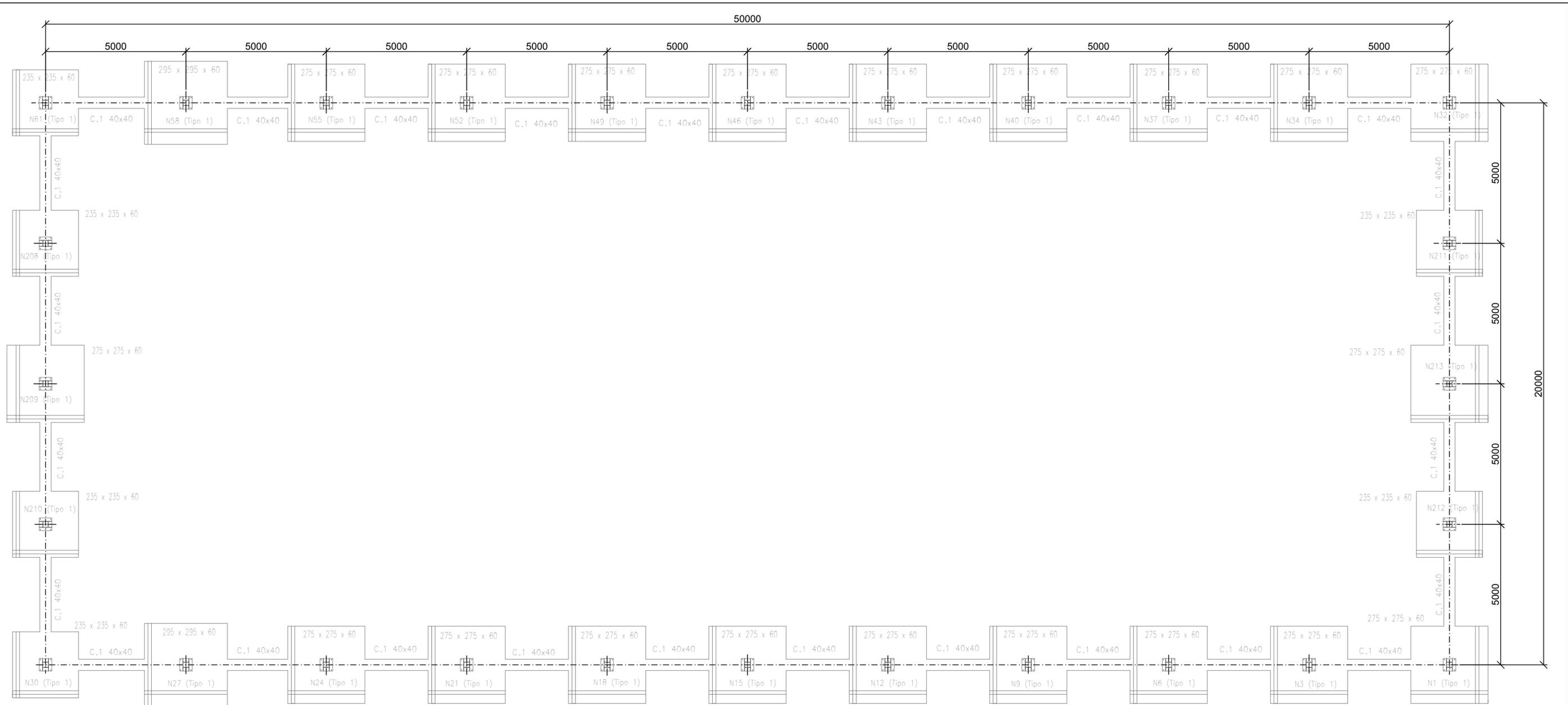
24,59

ZBE



NOTA: Las unidades de la acotación son metros (m).

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: julio 2021			Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:150	DISTRIBUCIÓN ACOTADO		Nº PLANO: 4



Características de los materiales - Cimentación

Materiales	Hormigón								Acero		
	Control				Características				Control		Características
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
ZAPATAS AISLADAS	Estadístico	$\gamma_{c=1.50}$	HA- 30	PLÁSTICA	20 mm	IIIa	70 mm	35 mm	Normal	$\gamma_{s=1.15}$	B500S
VIGAS DE ATADO	Estadístico	$\gamma_{c=1.50}$	HA- 30	PLÁSTICA	20 mm	IIIa	70 mm	35 mm	Normal	$\gamma_{s=1.15}$	B500S
HOMIRGÓN DE LIMPIEZA	Estadístico	$\gamma_{c=1.50}$	HA- 30	PLÁSTICA	20 mm						
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_{G=1.50}$ $\gamma_{Q=1.60}$	Adaptado a la Instrucción EHE								

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN (ZAPATAS)

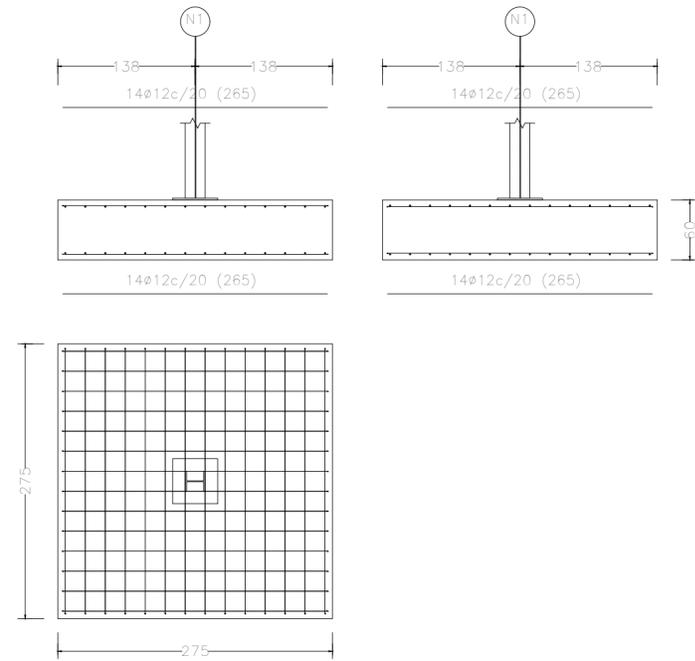
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N6, N9, N12, N15, N18, N21, N24, N32, N34, N37, N40, N43, N46, N49, N52, N55, N209 y N213	275x275	60	14 ϕ 12c/20	14 ϕ 12c/20	14 ϕ 12c/20	14 ϕ 12c/20
N27 y N58	295x295	65	15 ϕ 12c/19	15 ϕ 12c/19	15 ϕ 12c/19	15 ϕ 12c/19
N30, N61, N208, N210, N211 y N212	235x235	60	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20



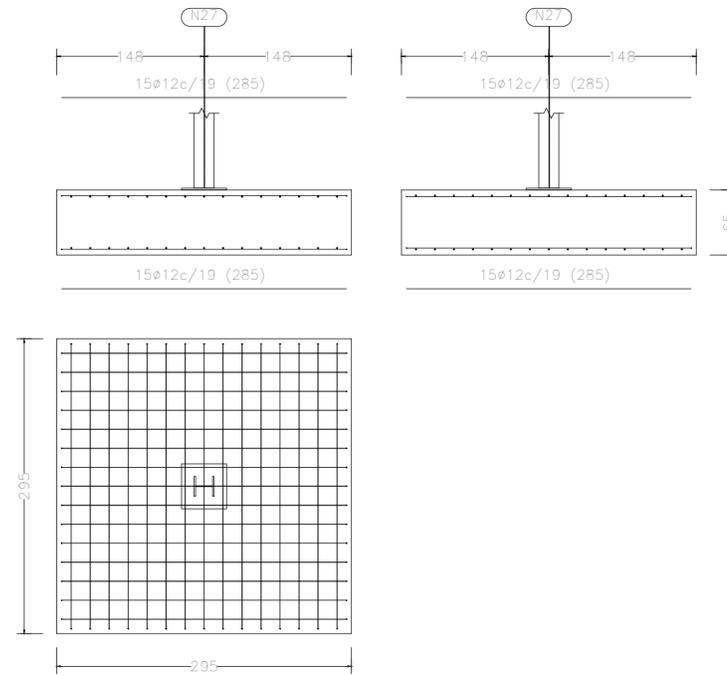
NOTA: Las unidades de la acotación son centímetros (cm).

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: julio 2021			Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	PLANTA CIMENTACIÓN		Nº PLANO: 5

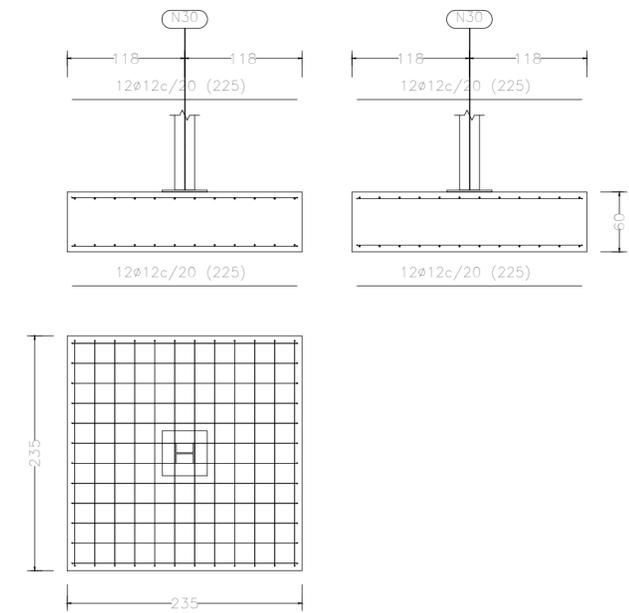
N1, N3, N6, N9, N12, N15, N18, N21, N24, N32, N34, N37, N40, N43, N46, N49, N52, N55, N209 y N213



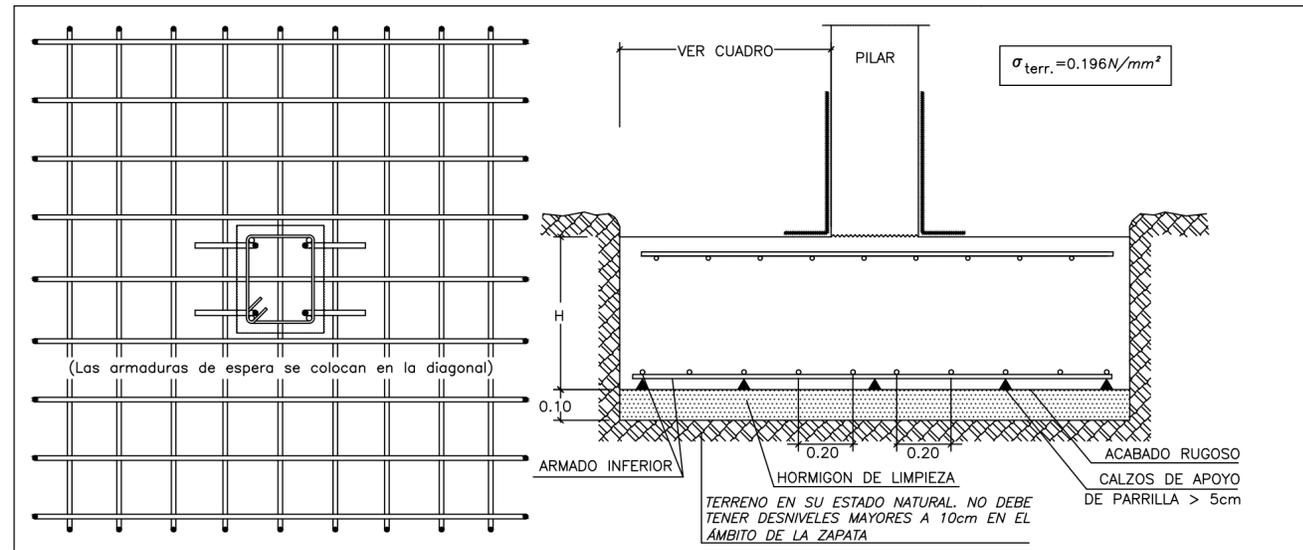
N27 y N58



N30, N61, N208, N210, N211 y N212



DETALLE CONSTRUCTIVO ZAPATA AISLADA



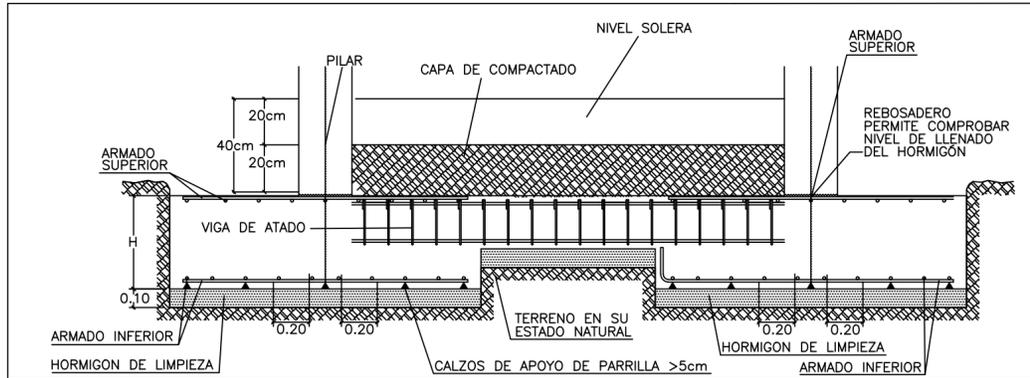
Características de los materiales - Cimentación											
Materiales	Hormigón								Acero		
	Control				Características				Control	Características	
Elemento	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
ZAPATAS AISLADAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	PLÁSTICA	20 mm	IIIa	70 mm	35 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS DE ATADO	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	PLÁSTICA	20 mm	IIIa	70 mm	35 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
HORMIGÓN DE LIMPIEZA	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	PLÁSTICA	20 mm						
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción EHE								
Notas											
<ul style="list-style-type: none"> - Control Estadístico en EHE, equivale a control normal - Solapes según EHE - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE. 											
Recubrimientos nominales											
<ol style="list-style-type: none"> 1.- Recubrimiento inferior contacto terreno ≥ 8 cm. 2.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm. 											
Datos geotécnicos											
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.196MPa (1960 Kg/cm ²)											

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN (ZAPATAS)						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N6, N9, N12, N15, N18, N21, N24, N32, N34, N37, N40, N43, N46, N49, N52, N55, N209 y N213	275x275	60	14 ϕ 12c/20	14 ϕ 12c/20	14 ϕ 12c/20	14 ϕ 12c/20
N27 y N58	295x295	65	15 ϕ 12c/19	15 ϕ 12c/19	15 ϕ 12c/19	15 ϕ 12c/19
N30, N61, N208, N210, N211 y N212	235x235	60	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20	12 ϕ 12c/20

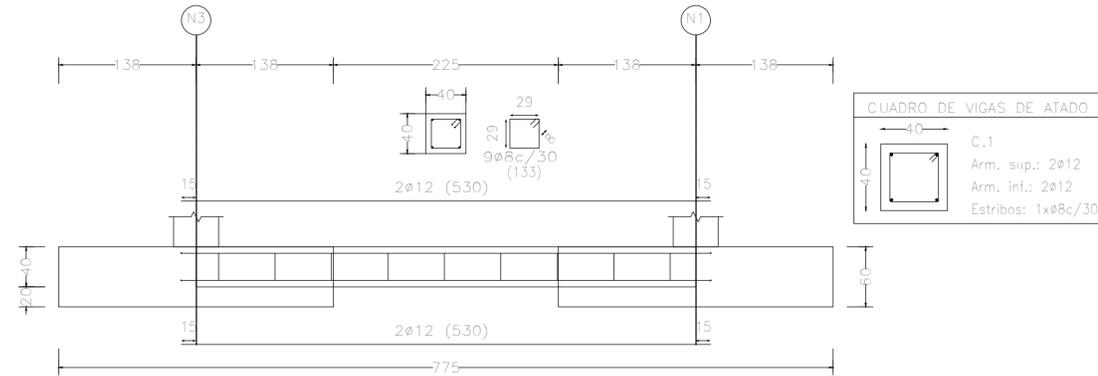
NOTA: Las unidades de la acotación son centímetros (cm).

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: julio 2021			Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	CIMENTACIÓN: DETALLE DE ZAPATAS		Nº PLANO: 6

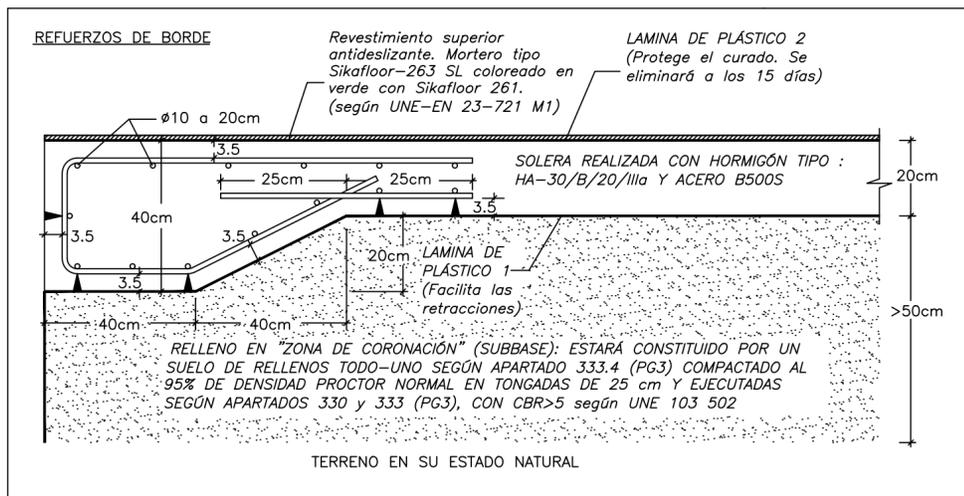
DETALLE CONSTRUCTIVO VIGA DE ATADO CON SOLERA



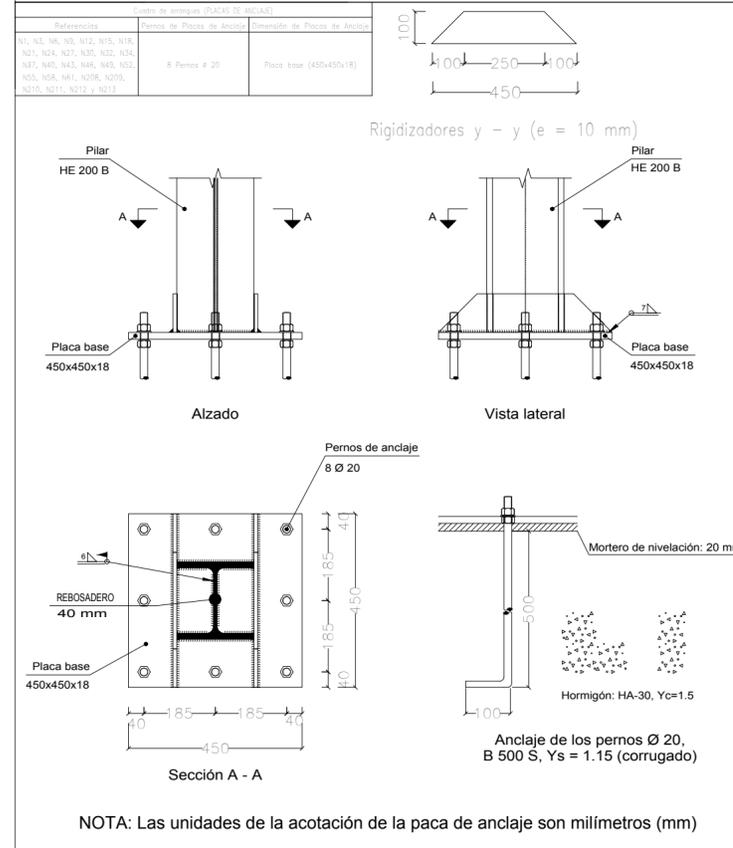
C.1 [N3-N1], C.1 [N213-N212], C.1 [N6-N3], C.1 [N213-N211], C.1 [N30-N27], C.1 [N9-N6], C.1 [N34-N32], C.1 [N27-N24], C.1 [N37-N34], C.1 [N12-N9], C.1 [N212-N1], C.1 [N40-N37], C.1 [N211-N32], C.1 [N210-N209], C.1 [N15-N12], C.1 [N43-N40], C.1 [N210-N30], C.1 [N46-N43], C.1 [N209-N208], C.1 [N24-N21], C.1 [N18-N15], C.1 [N49-N46], C.1 [N208-N61], C.1 [N52-N49], C.1 [N61-N58], C.1 [N55-N52], C.1 [N58-N55] y C.1 [N21-N18]



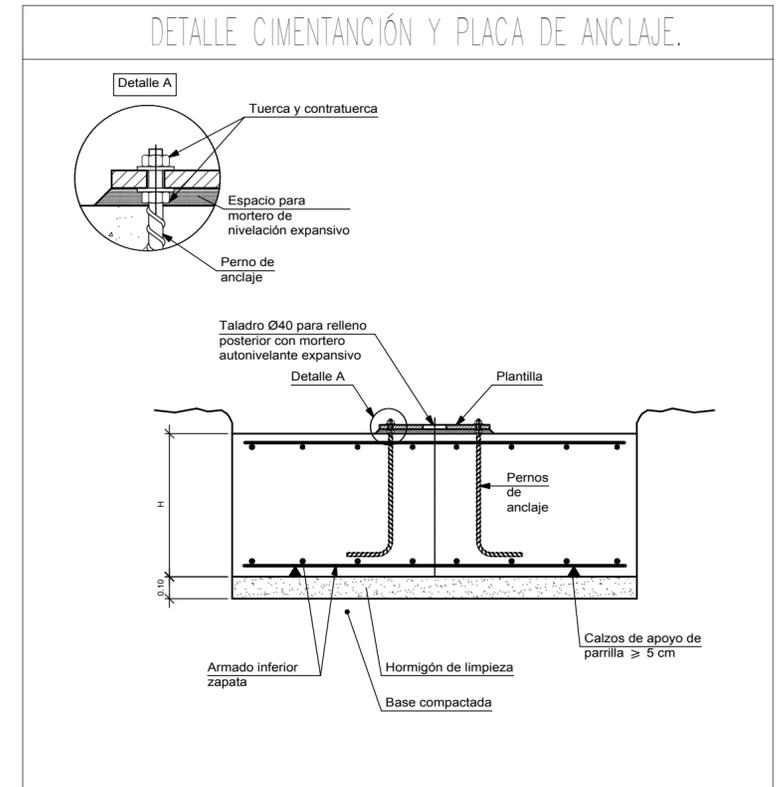
DETALLE CONSTRUCTIVO SOLERA (REMATE EN LOS BORDES)



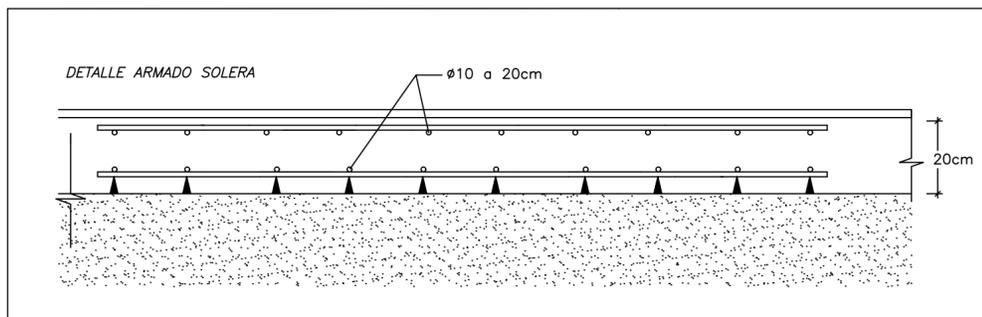
DETALLE PLACA DE ANCLAJE. UNIÓN Tipo 1



DETALLE CIMENTACIÓN Y PLACA DE ANCLAJE.

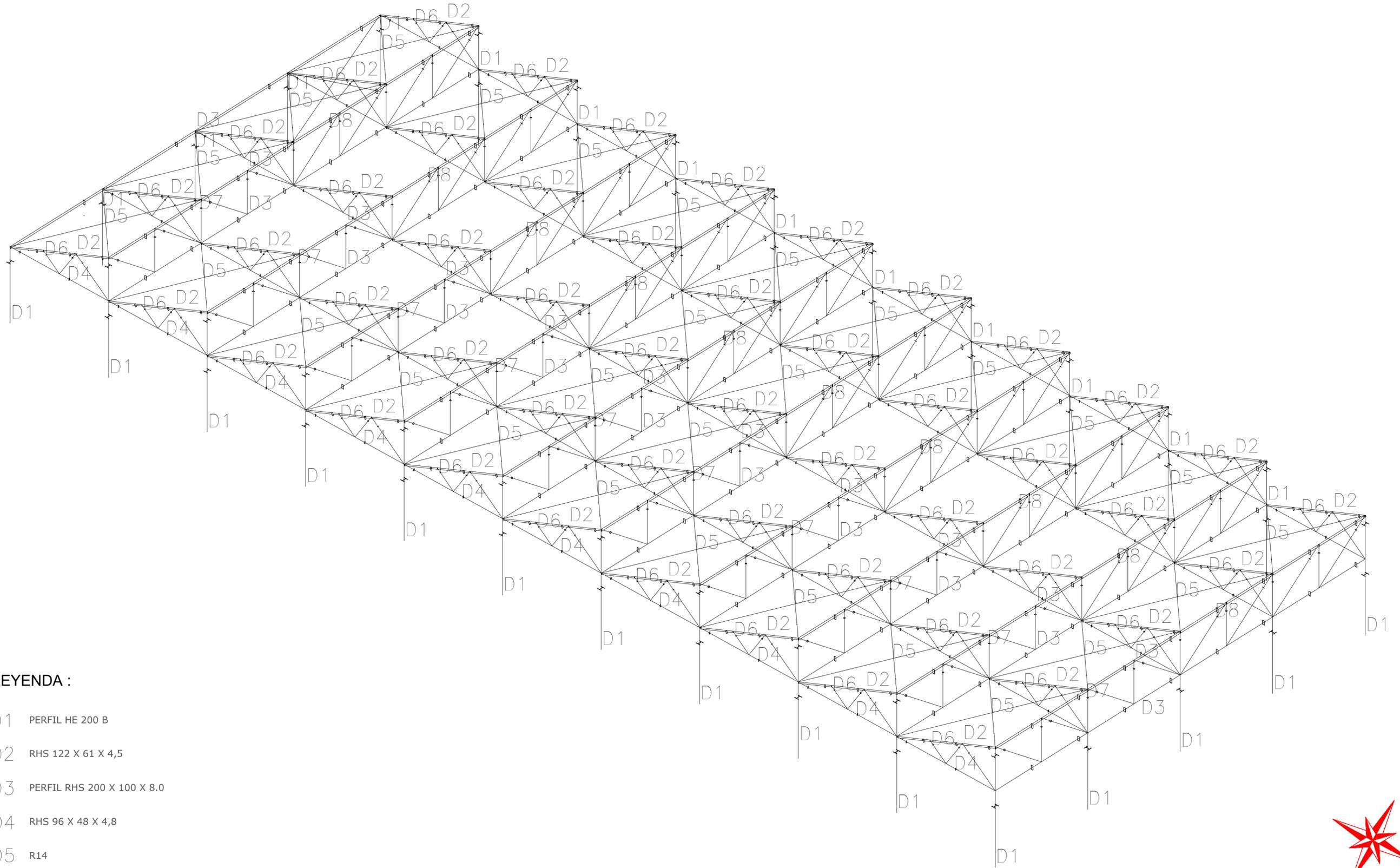


DETALLE CONSTRUCTIVO SOLERA (ARMADO GENERAL)



NOTA: Las unidades de la acotación son centímetros (cm).

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna	Nº PLANO: 7
Comprobado: julio 2021			ESCALA: 1:100
CIMENTACIÓN: DETALLE VIGA ATADO, DETALLE SOLERA Y PLACA ANCLAJE			

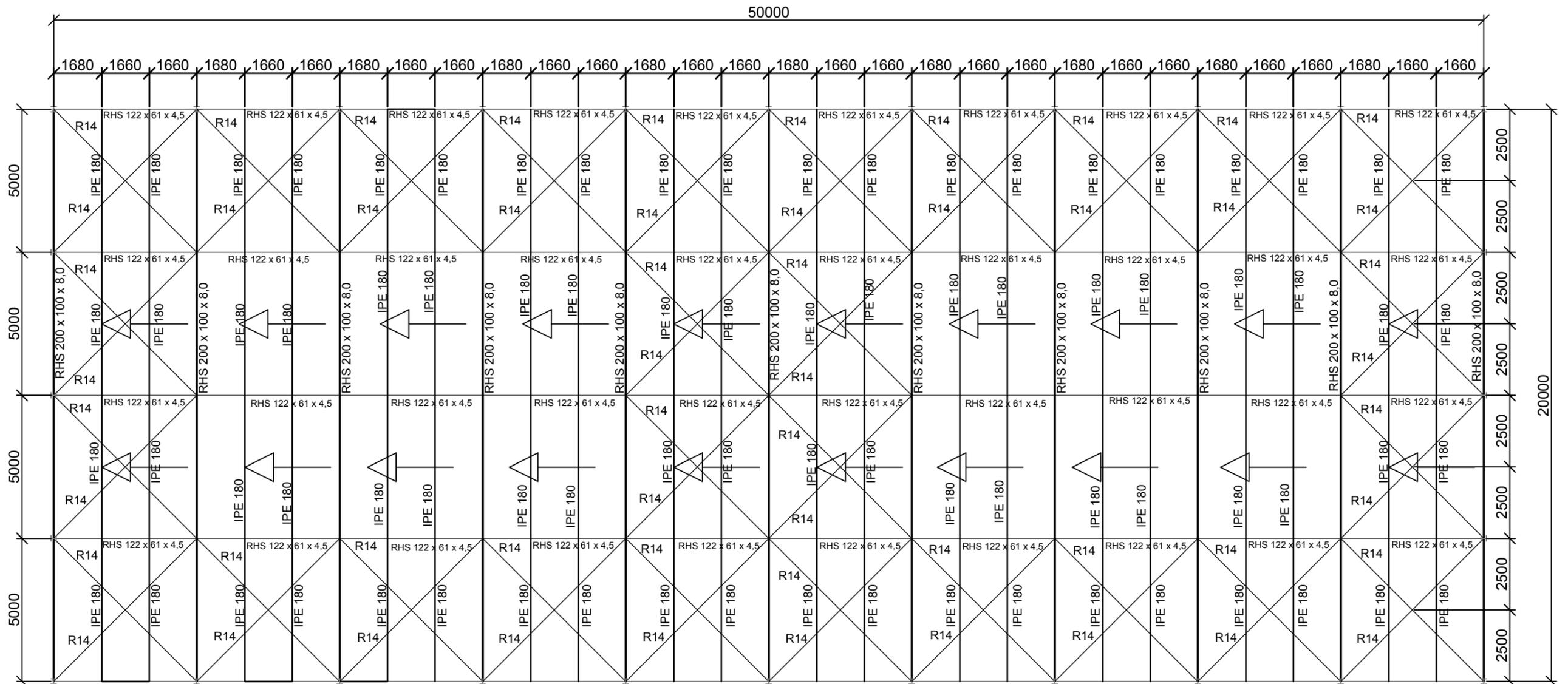


LEYENDA :

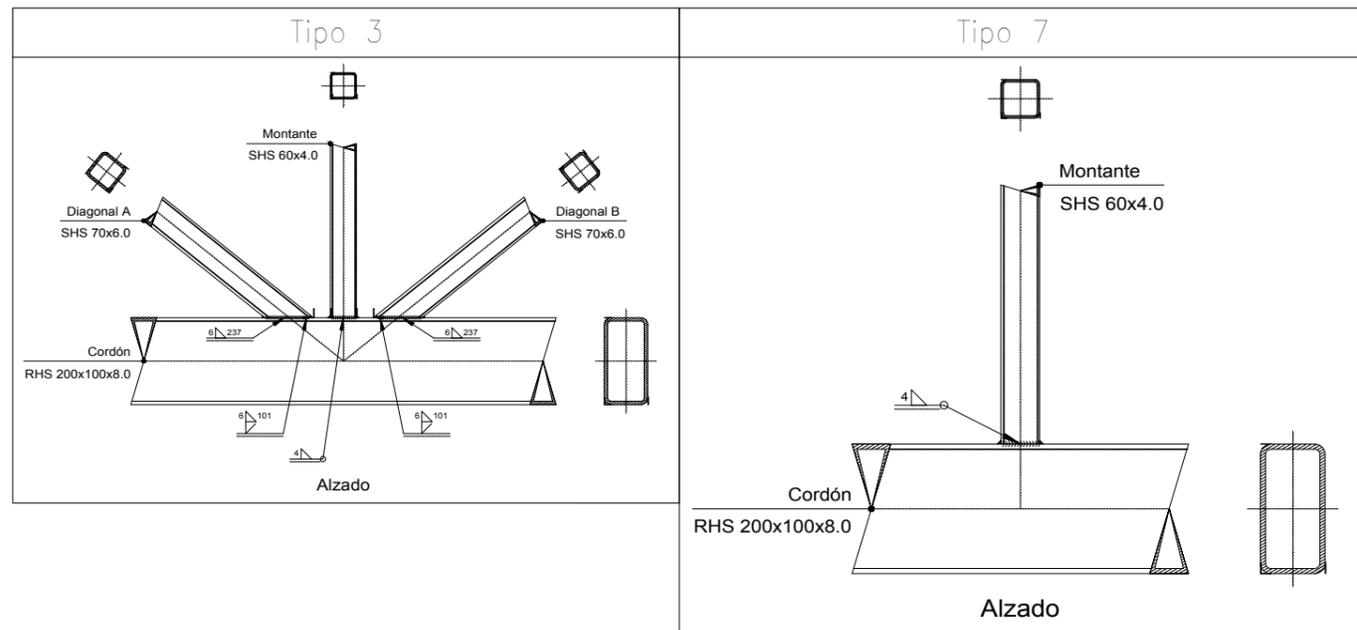
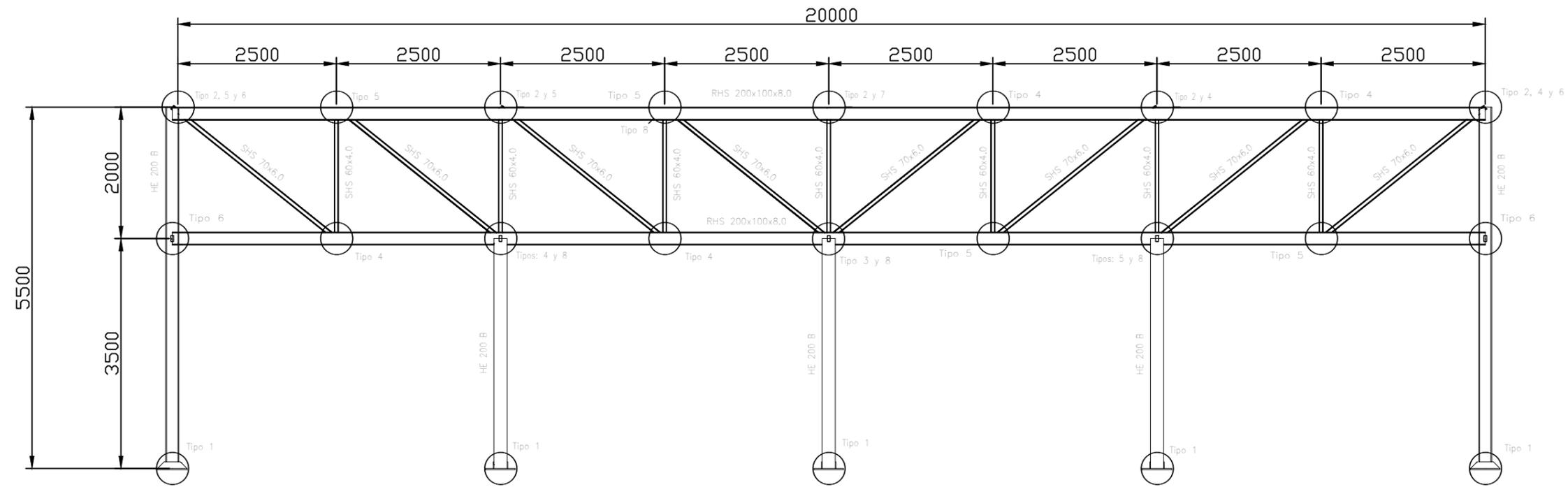
- D1 PERFIL HE 200 B
- D2 RHS 122 X 61 X 4,5
- D3 PERFIL RHS 200 X 100 X 8.0
- D4 RHS 96 X 48 X 4,8
- D5 R14
- D6 SHS 45 X 4.0
- D7 PERFIL SHS 60 X 4.0
- D8 PERFIL SHS 70 X 6.0



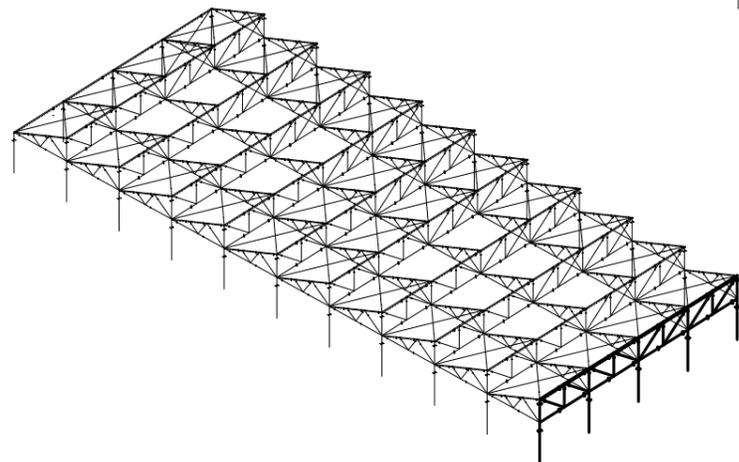
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021			
ESCALA: 1:100	ESTRUCTURA 3D		Nº PLANO: 8



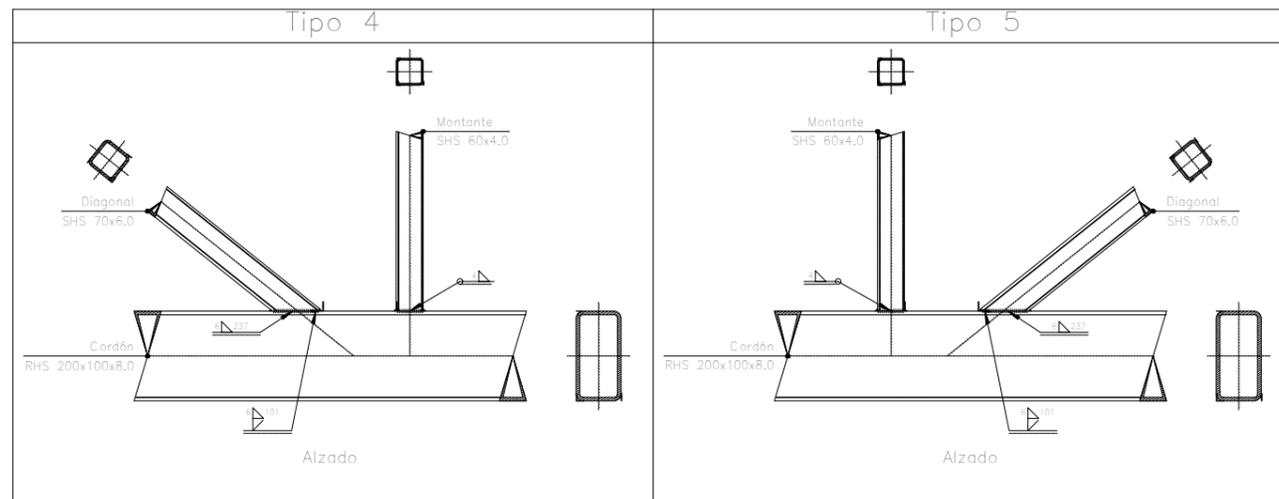
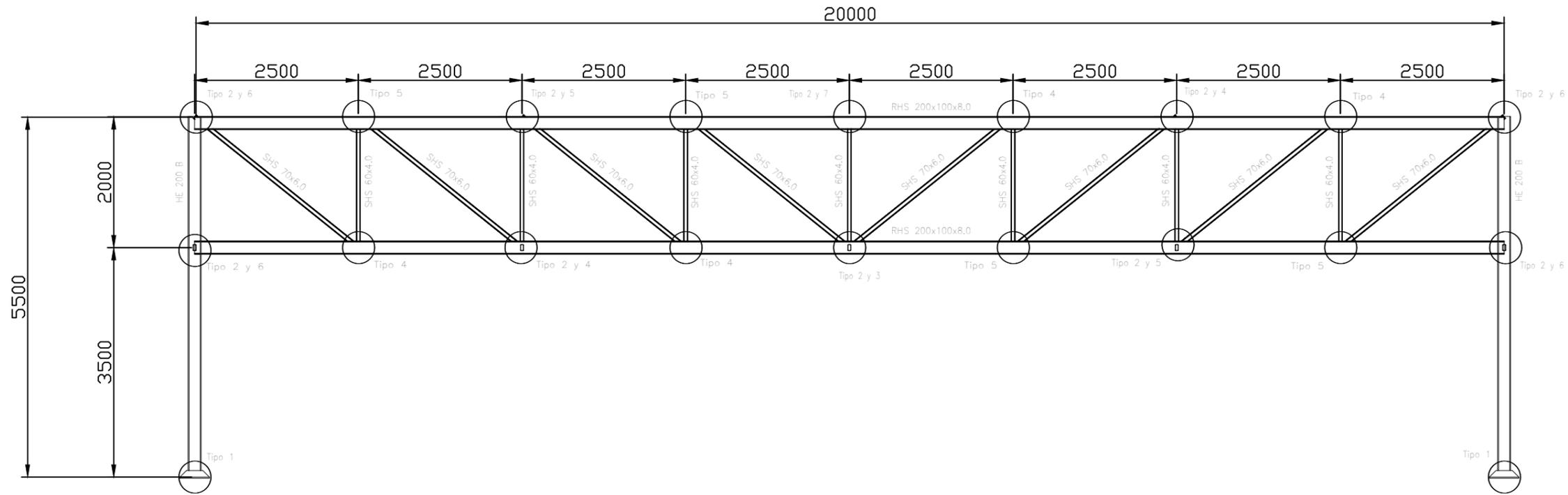
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021	ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA		Nº PLANO: 9
ESCALA: 1:150			



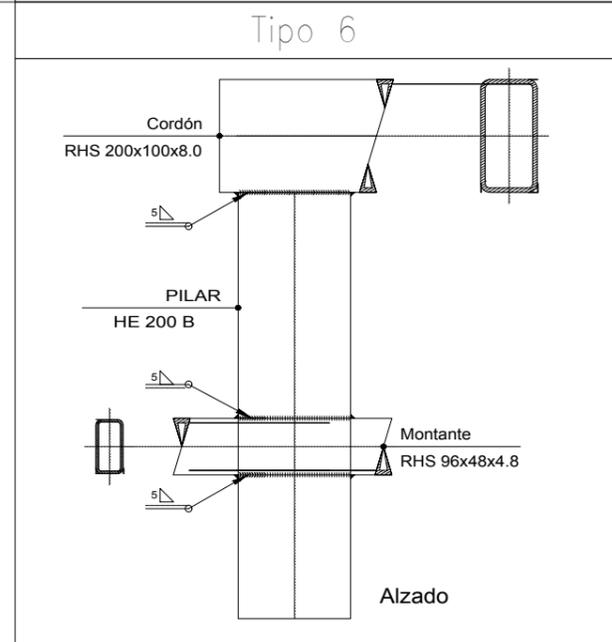
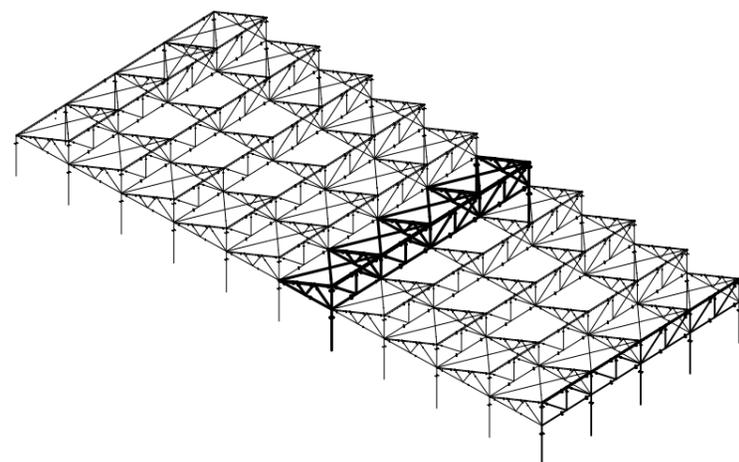
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES- ESTRUCTURA METÁLICA						
MATERIAL	Módulo elástico (MPa)	Módulo Poisson	Módulo coradura(MPa)	Límite elástico (MPa)	Coefficiente de dilatación	Peso específico
ACERO LAMINADO S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01



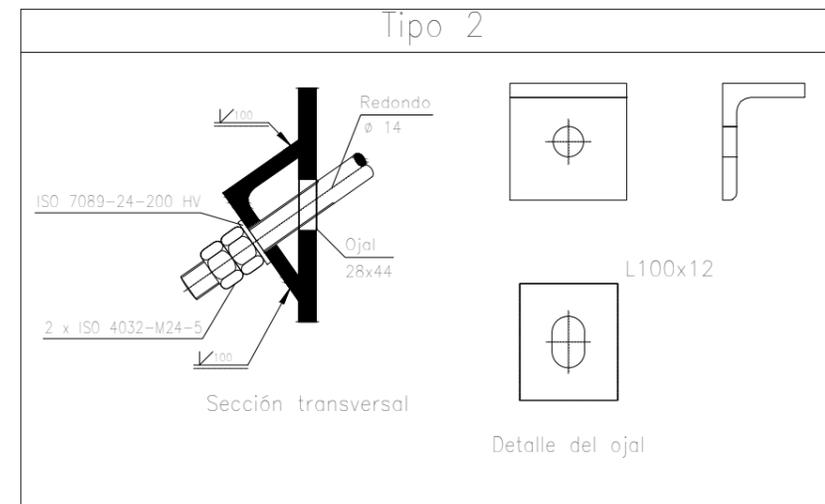
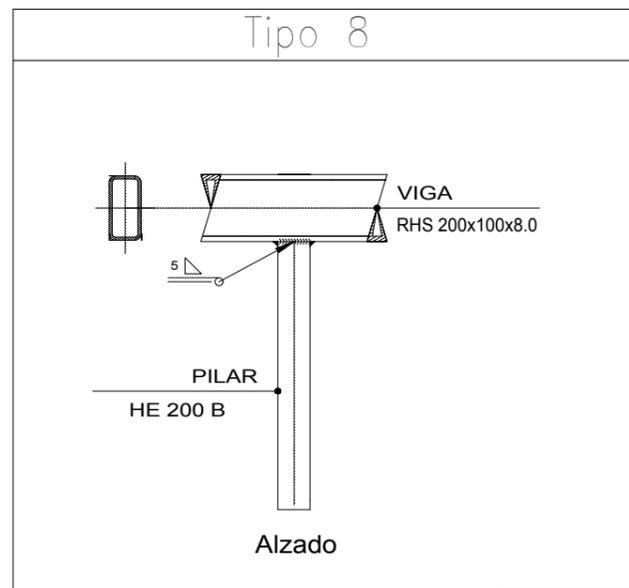
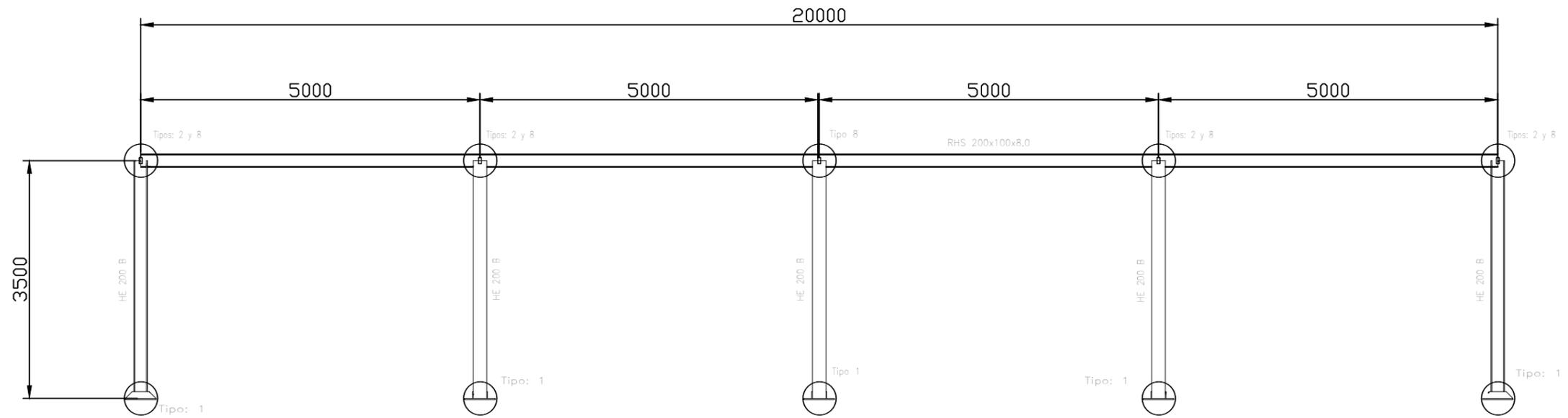
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021	ESCALA: 1:75		PÓRTICO FRONTAL
			Nº PLANO: 10



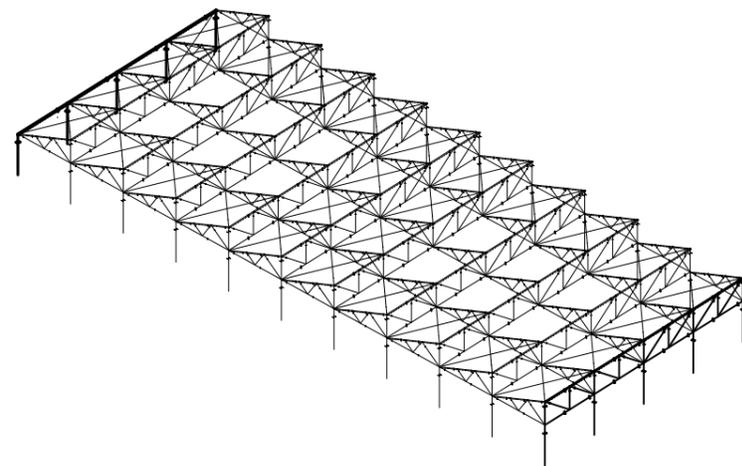
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES- ESTRUCTURA METÁLICA						
MATERIAL	Módulo elástico (MPa)	Módulo Poisson	Módulo coradura(MPa)	Límite elástico (MPa)	Coefficiente de dilatación	Peso específico
ACERO LAMINADO S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01



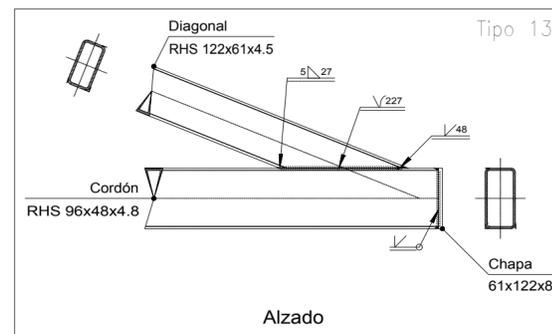
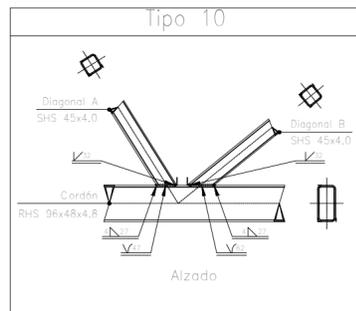
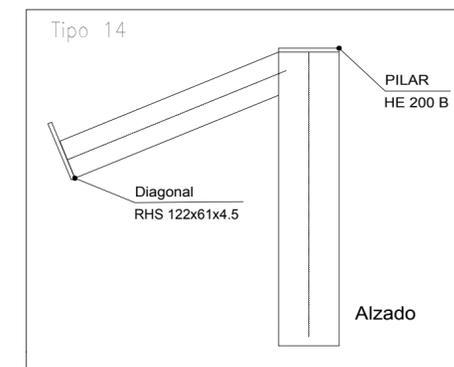
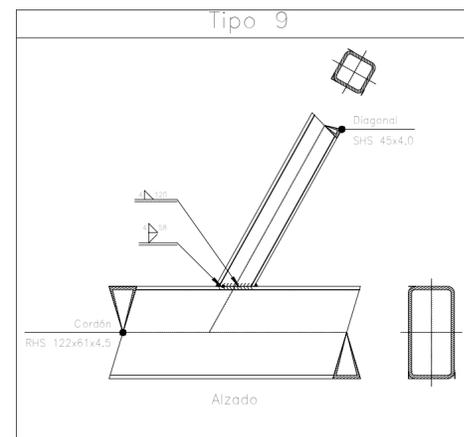
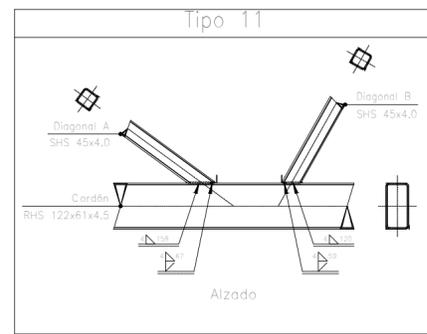
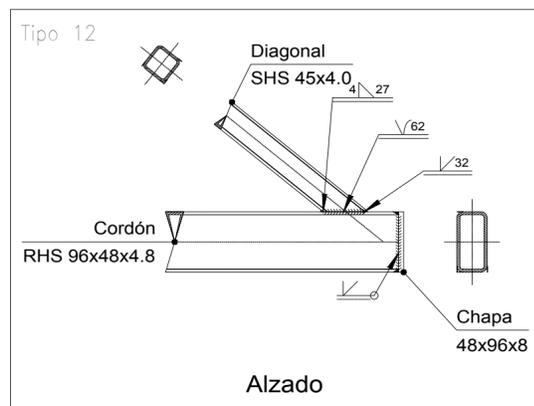
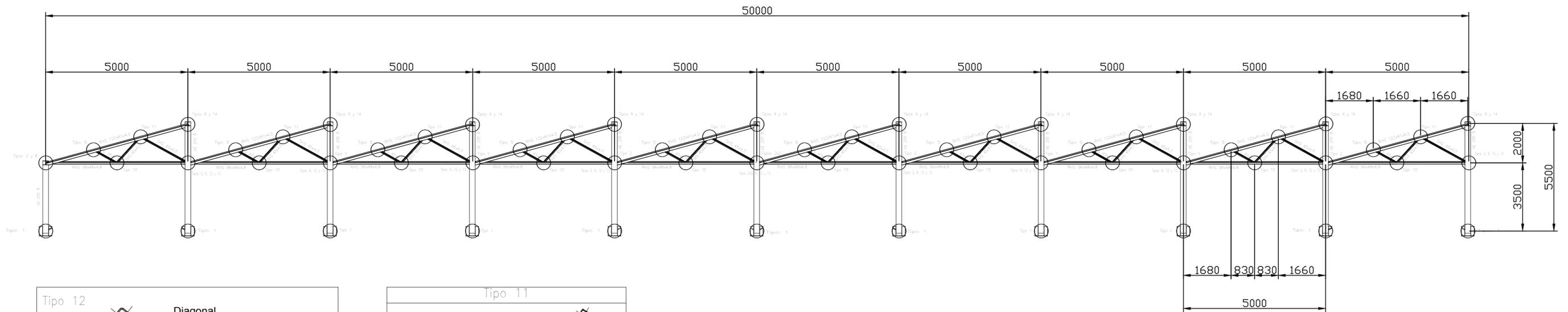
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO		
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021		
ESCALA: 1:75	PÓRTICO INTERIOR	Nº PLANO: 11



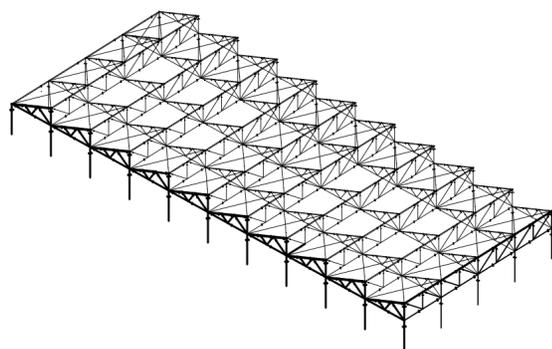
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES- ESTRUCTURA METÁLICA						
MATERIAL	Módulo elástico (MPa)	Módulo Poisson	Módulo coradura(MPa)	Límite elástico (MPa)	Coefficiente de dilatación	Peso específico
ACERO LAMINADO S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01



DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: julio 2021			Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:75	PÓRTICO POSTERIOR		Nº PLANO: 12

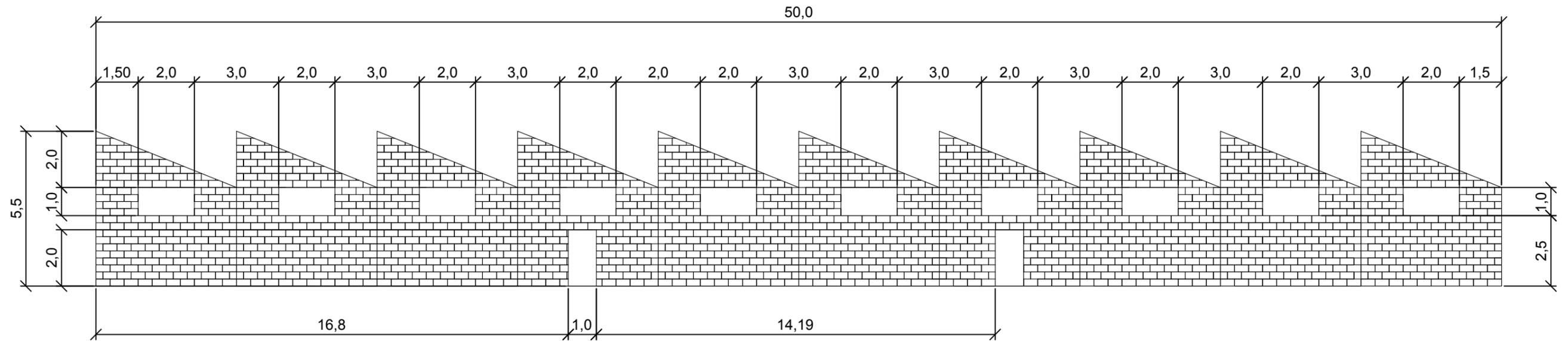


CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES- ESTRUCTURA METÁLICA						
MATERIAL	Módulo elástico (MPa)	Módulo Poisson	Módulo coradura(MPa)	Límite elástico (MPa)	Coefficiente de dilatación	Peso específico
ACERO LAMINADO S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

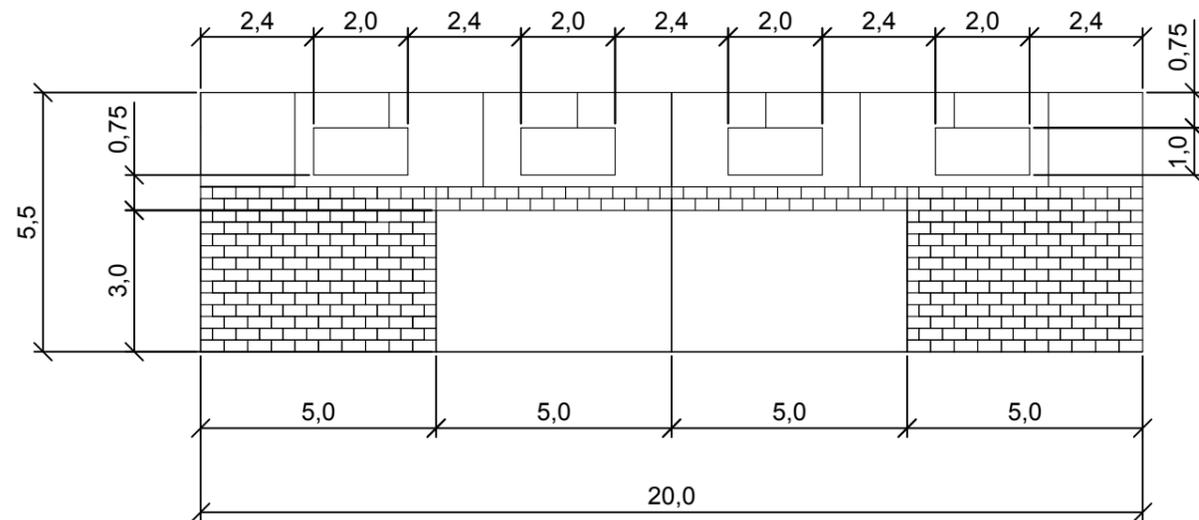


DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021			
ESCALA: 1:100	PÓRTICO LATERAL		Nº PLANO: 13

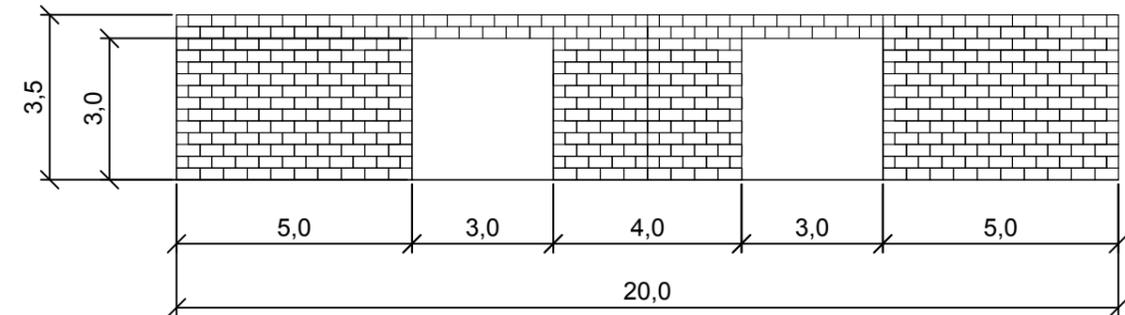
CERRAMIENTO LATERAL



CERRAMIENTO FRONTAL

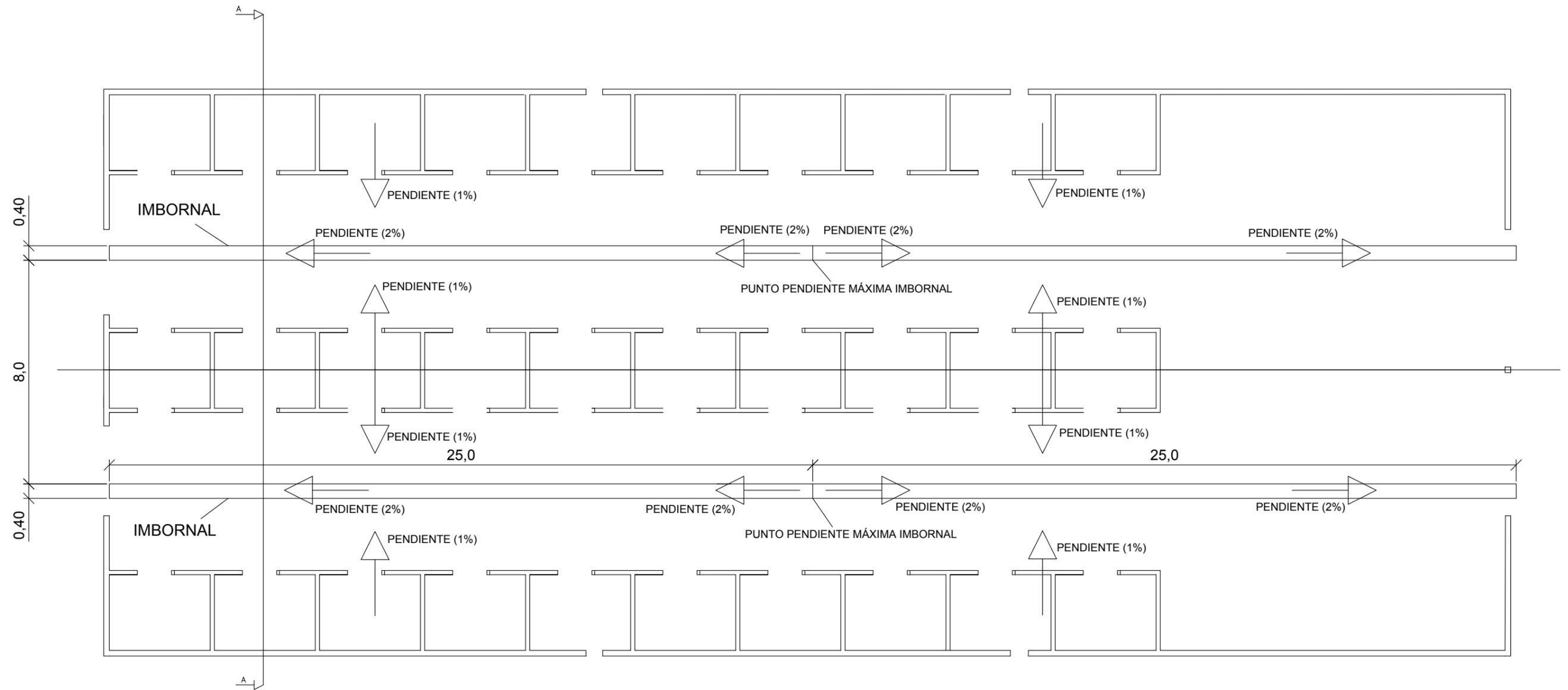


CERRAMIENTO POSTERIOR

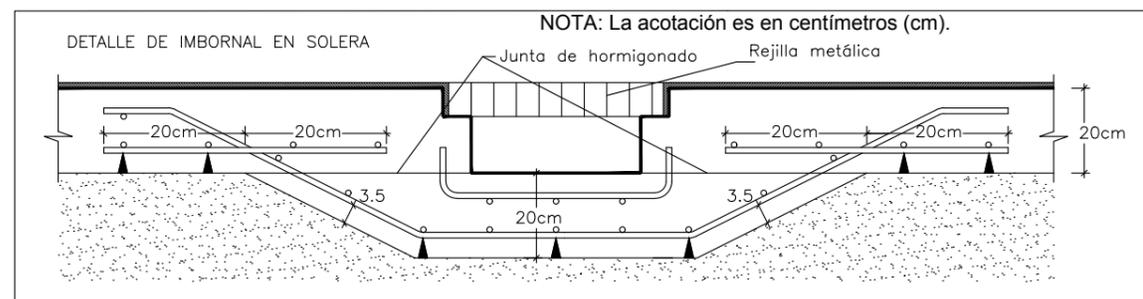


NOTA: Las unidades de la acotación son metros (m).

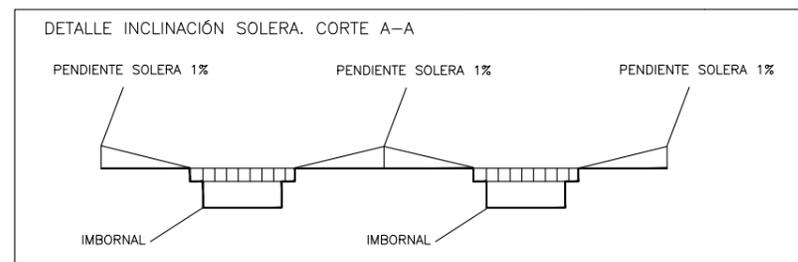
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO			
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021	ESCALA: 1:150		Nº PLANO: 14
CERRAMIENTO LATERAL			



DETALLE IMBORNAL EN LA SOLERA

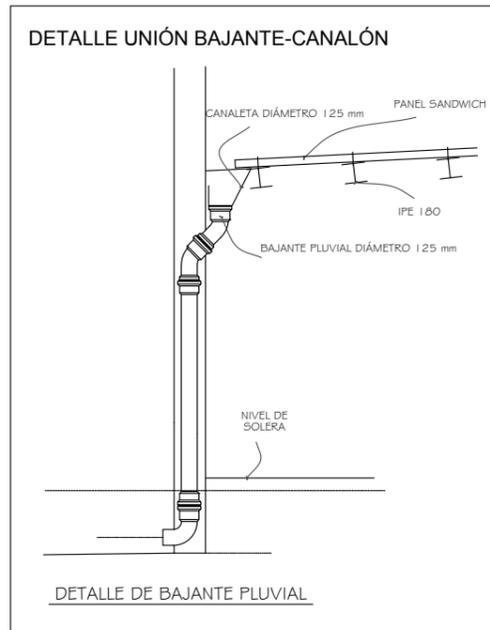
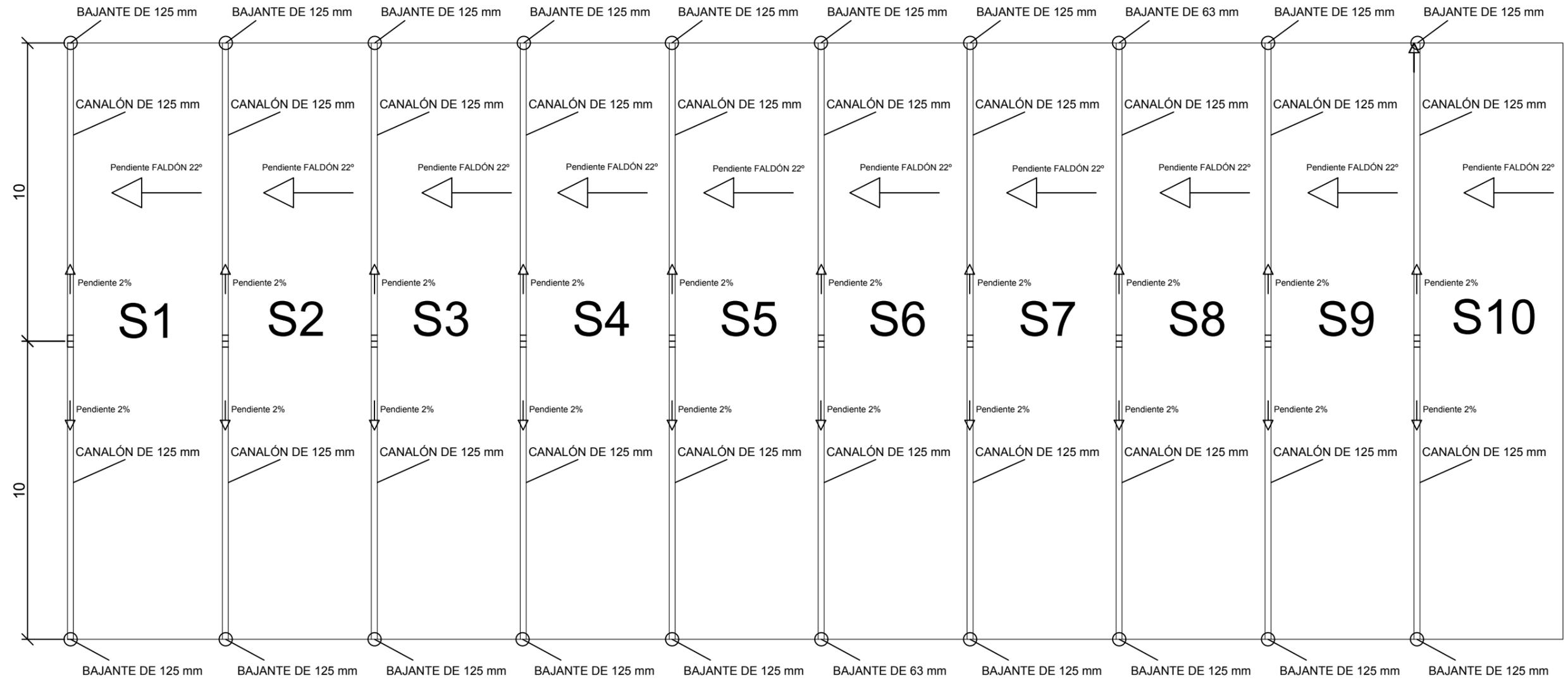


CORTE A-A



NOTA: Las flechas indican la dirección de circulación del agua y la acotación es en metros (m).

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO		
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021		
ESCALA: 1:150	SISTEMA SANEAMIENTO MEDIANTE IMBORNAL	Nº PLANO: 15



NOTA: Las flechas indican la dirección de circulación del agua y la acotación es en metros (m).

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA UN EDIFICIO DE USO PRIMARIO		
Autor: David Mendoza Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado de Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: julio 2021	ESCALA: 1:150	Nº PLANO: 16
SISTEMA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES		



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO 2: CÁLCULO ESTRUCTURAL

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor:

David Mendoza Pérez

Tutores:

Felipe Santiago Alcover Brito

Claudio Briones Barrera

Julio 2021

ÍNDICE CÁLCULO ESTRUCTURAL

1. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE	3
2. MATERIALES	4
2.1. Acero laminado y conformado	4
2.2. Hormigón estructural y acero corrugado	4
3. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN	5
3.1. Acciones permanentes	5
3.1.1. Peso propio	6
3.1.2. Pretensado	6
3.1.3. Acciones del terreno	6
3.1.4. Acción panel sándwich	6
3.1.5. Acción placas solares	7
3.2. Acciones variables	7
3.2.1. Sobrecarga de uso	8
3.2.2. Acciones sobre barandillas y elementos divisorios	9
3.2.3. Viento	9
3.2.4. Acciones térmicas	12
3.2.5. Nieve	12
3.3. Acciones accidentales	13
3.3.1. Sismo	13
3.3.2. Incendio	14
3.3.3. Impacto	14
4. ESTRUCTURA METÁLICA	15
4.1. Pórtico fachada frontal	16
4.1.1. Cargas	16
4.1.2. Resultados	18
4.2. Pórtico fachada posterior	21
4.2.1. Cargas	21
4.2.2. Resultados	23
4.3. Pórtico interior	24
4.3.1. Cargas	24
4.3.2. Resultados	26
4.4. Correas	28

4.4.1. Características	28
4.4.2. Comprobación	29
4.5. Uniones.....	30
5. CIMENTACIÓN	37
5.1. Elementos aislados	38
5.1.1. Características zapatas.....	38
5.1.2. Comprobación zapatas	39
5.2. Vigas de atado	45
5.2.1. Características vigas de atado.....	45
5.2.2. Comprobación vigas de atado.....	45

1. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La nave industrial que en este proyecto se diseña y calcula tiene unas dimensiones de 20 metros de fachada y 50 metros de largo. La estructura está formada por 10 pórticos separados a una distancia de 5 metros. Tiene un diseño compuesto por un conjunto de pórticos a un agua que forman una nave con forma de diente de sierra, si se observa a la misma desde el lateral. La nave se encuentra orientada hacia el sur.

Los pórticos interiores tienen una luz de 20 metros, están dimensionados por dos vigas longitudinales de perfil RHS 200x100x8,0 además, se le ha añadido una celosía entre las dos vigas mencionadas para aumentar la resistencia del pórtico. Esta celosía está formada por barras de perfil SHS 60x4,0 para los montantes y para las diagonales se ha elegido un perfil SHS 70x6,0.

El pórtico de fachada frontal tiene una altura de 5,50 metros y una longitud de 20 metros, está formado por 2 vigas longitudinales de perfil RHS 200x100x8,0 y por 5 pilares de perfil HE 200 B por pórtico, 3 de ellos serían los centrales y 2 son los laterales, que son compartidos con los pórticos exteriores. Además, al pórtico se le añade una cercha que está formada por barras de perfiles SHS 60x4,0 para los montantes y perfiles 70x6,0 para las diagonales.

El pórtico de fachada posterior tiene una altura de 3,50 metros y una longitud de 20 metros, está formado por una viga longitudinal de perfil RHS 200x100x8,0 y por 5 pilares de perfil HE 200 B por pórtico, 3 de ellos serían pórticos centrales y 2 pórticos los laterales, que son compartidos con los pórticos exteriores.

La cubierta se divide en 4 partes de 5 metros de longitud cada una, además esta tiene una inclinación de $21,8^\circ$. Se han empleado 5 perfiles RHS 122x61x4,5 para la cubierta inclinada y 5 perfiles horizontales RHS 96x48x4,8 formando un triángulo si se observa la nave lateralmente. Esta estructura triangular se encuentra reforzada dichas barras con una celosía que está formada por barras diagonales de perfil SHS 45x4,0. Se ha aprovechado la celosía para distribuir las correas en la cubierta, estas serían 5 barras de perfil IPE180 con una longitud de 5 metros y distribuidas cada 1,80 metros.

El sistema de contraviento de la estructura hace referencia a las barras situadas en la cubierta, se colocan perfiles angulares de R15 en toda la cubierta de los pórticos de fachadas y además, se sitúan los mismos perfiles angulares a lo largo de toda la cubierta lateral de la nave.

2. MATERIALES

Los materiales empleados en la construcción de la nave vienen regulados en las normas: *CTE-DB-SE-Acero* y *EHE-08*.

2.1. Acero laminado y conformado

El principal material empleado en la estructura metálica es el acero laminado **S275JR**, que se usa en las vigas, pilares, correas, placas de anclaje y arriostramientos. Este material presenta las características que se muestran la *Figura 1*:

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000,00	0,300	81000,00	275,00	0,000012	77,01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

Figura 1: Acero laminado (S275)

Fuente: Fuente propia

2.2. Hormigón estructural y acero corrugado

Otro material que se ha empleado en el proyecto es el hormigón estructural, este viene recogido en “La Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)”. El hormigón que se empleará será hormigón armado, ya que teniendo en cuentas las recomendaciones y restricciones de la norma, es el más adecuado para el proyecto.

En la Tabla 8.2.2 del Capítulo II (Criterios de seguridad y bases de cálculo), se obtiene la clase exposición del hormigón, en el caso de la nave en estudio se trata de una *clase IIIA*, ya que como se describe en la tabla: “son para elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)”. El tamaño de árido seleccionado es de 20 mm.

En la Tabla 37.3.2.a del Capítulo VII (Durabilidad), se obtiene la máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento. En primer lugar se saca la relación agua/cemento, teniendo en cuenta que se trata de un hormigón armado y la clase de exposición es *IIIA*, se obtiene que $a/c=0,50$. El contenido

mínimo de cemento se obtienen con los mismos datos anteriores y resultado es de 300 kg/m^3 .

Además, en la Tabla 37.3.2.b del Capítulo VII (Durabilidad), se obtiene la resistencia mínima, teniendo en cuenta que el tipo de hormigón es armado y la clase de exposición IIIa, la resistencia característica es de $f_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$.

El cemento que se usará es: CEM II/A, ya que es el que se recomienda teniendo en cuenta la clase de exposición que es IIIa y siendo también recomendado en las cimentaciones de hormigón armado. Esta información se ha recopilado del *Anejo 4* de la *EHE-08*.

El tipo de acero que se emplea para la construcción es el acero B500S. Es un acero con corrugas de la misma inclinación y uniformemente separadas. Este tipo de acero presenta una ductilidad buena. Se ha seleccionado dicho acero teniendo en cuenta el *artículo 32* de la norma EHE-08. Este material en comparación a otros aceros (Acero 400) presenta mejores características (límite elástico, fuerza de rotura) y se comporta peor en estos aspectos respecto al acero B500SD, pero como la cimentación que presenta el estudio no es desfavorable se puede concluir que el acero B500S es el acero idóneo para la cimentación de la estructura.

Se tiene como resultado del análisis del hormigón armado, empleado tanto en la cimentación como en la solera:

HA- 30/B/20/ IIIa; B-500S ($Y_s=1,15$). CEM II/A.

3. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

A continuación se exponen las acciones que se han tenido en cuenta en el cálculo de la estructura, dichas acciones se recogen en el Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación (*DB-SE-AE*) del Código Técnico de la Edificación (*CTE*). Estas cargas se han introducido en el programa *CYPE3D* para realizar el cálculo estructural.

3.1. Acciones permanentes

Las acciones permanentes son aquellas que actúan en todo momento sobre el edificio, manteniendo la posición y magnitud constante. En los siguientes apartados se exponen los valores de dichas acciones.

3.1.1. Peso propio

El peso propio de la estructura se obtiene calculando el peso de cada componente de la nave. El peso propio de los materiales de construcción se recoge en la Tabla C.1 del Anejo C. del DB-SE-AE:

- ❖ Acero= **78,5 KN/m³**
- ❖ Hormigón armado= **25,00 KN/m³**

El peso propio de los elementos constructivos se recoge en la Tabla C.2 del Anejo C. del *DB-SE-AE*:

- ❖ Correas tubulares de cubierta= **8.784 kg/m**
- ❖ Panel Sándwich= **0,14 KN/m²**

3.1.2. Pretensado

No procede.

3.1.3. Acciones del terreno

Al no disponer de un estudio geotécnico que permita caracterizar convenientemente el terreno, se ha estimado que el suelo se puede caracterizar como arena semidensa, obteniendo una tensión admisible del terreno de 0,194 N/mm², pudiendo aproximarse a 0,2 N/mm². Este valor es un valor usual que nos da la información de que el terreno es favorable y que no se tienen especiales complicaciones geotécnicas.

3.1.4. Acción panel sándwich

Para cubrir la cubierta se ha decidido escoger paneles sándwich. Para calcular la carga que ejerce este panel sobre la estructura se ha ido al catálogo de la compañía ISOPAN. Cabe destacar que dicho catálogo se encuentra en el documento del proyecto: *ANEXO 4: CATÁLOGOS*.

El panel se llama *Isocop Farm Coat* y tiene unas dimensiones de: 1,80 metro de largo, 1 metro de ancho y 80 milímetros de espesor.

Con estas dimensiones obtenemos del catálogo, el peso del panel: 13,7 kg/m².

$$q = 13,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = \frac{10 \text{ m/s}^2}{1000} = 0,14 \text{ KN/m}^2$$

Este valor se cambia de unidad y se obtiene como resultado:

$$q = 0,14 \text{ KN/m}^2.$$

Una vez obtenidos estos valores, se acude a la tabla de sobrecargas distancia entre ejes chapas en acero 0,5/0,5 mm del catálogo para comprobar si las distancias escogidas cumplen con la carga calculada. Se comprueba y se obtiene como resultado final que el panel sándwich cumple todas las restricciones.

3.1.5. Acción placas solares

En el proyecto se ha decidido colocar placas solares en las cubiertas para cubrir la demanda energética de la explotación ganadera. La placa seleccionada se trata una placa solar de la empresa CanadianSolar que tiene las siguientes características:

Largo: 1700 milímetros.

Ancho: 992 milímetros.

Peso: 19,2 kg

Con estos tres datos, se procede a calcular la carga que ejerce la placa solar sobre la cubierta:

$$q = \frac{19,2 \text{ kg}}{0,992 \text{ m} \times 1,7 \text{ m}} = 11,38 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 11,38 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = \frac{10 \text{ m/s}^2}{1000} = 0,114 \text{ KN/m}^2$$

Con estos resultados se obtiene que la placa solar ejerce una fuerza de $0,114 \text{ KN/m}^2$. A este valor obtenido se le añade un 20% de dicha carga para cubrir las necesidades de una futura instalación para soportar las placas solares. Finalmente obtenemos como resultado final un valor de carga de **$q = 0,14 \text{ KN/m}^2$**

Los datos que se han usado a lo largo de este cálculo se encuentran recogidos en el catálogo número 3 del documento del proyecto: *ANEXO 4 CATÁLOGOS*.

3.2. Acciones variables

Las acciones variables son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio y se clasifican según su condición climática o su carga de uso.

3.2.1. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

Como se ha comentado en apartados anteriores, la cubierta va a estar formada por paneles sándwich apoyados en correas de perfil IPE 180.

Atendiendo a la Tabla 3.1 del apartado 3.1.1. del DB-SE-AE, que se muestra en la *Figura 2*, la cubierta se considera que solo va a ser accesible solo para mantenimiento, por lo tanto la categoría de uso sería la G (Cubiertas accesibles únicamente para conservación) y como subcategoría sería la G1 (Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)).

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

Figura 2: Imagen tabla 3.1 (DB-SE-AE)

Fuente: Código Técnico: DB-SE-AE

De la *Figura 1* se obtienen los siguientes valores:

- ❖ Carga uniforme: Categoría G1 → **0,4 KN/m²**
- ❖ Carga concentrada: Categoría G1 → **1 KN/m**

Como se observa en la Figura 1, aparecen unas notas aclaratorias sobre la categoría de uso que se ha seleccionado:

NOTA (4): “El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta”.

NOTA (6): “Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio”.

NOTA (7): “Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables”.

3.2.2. Acciones sobre barandillas y elementos divisorios

No procede.

3.2.3. Viento

El valor de la carga de viento se realiza conforme a lo establecido en el apartado 3.3 (Viento) del CTE DB-SE-AE. Según se muestra en dicha norma la acción del viento se calcula como la siguiente expresión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p$$

Siendo según la norma:

q_b = “la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m²”.

C_e = “el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción”.

C_p = “el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Un valor negativo indica succión”.

A continuación se procede a realizar el cálculo de los tres coeficientes anteriormente nombrados:

En primer lugar se calcula la presión dinámica del viento (q_b), atendiendo al Anejo D del CTE DB-SE-AE. El valor básico de presión dinámica se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$q_b = 0,5 \times \delta \times V_b^2$$

$$q_b = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (29 \text{ m/s})^2$$

$$q_b = 0,525 \text{ KN/m}^2$$

δ = es la densidad del aire y se puede tomar como dice la norma un valor de $1,25 \text{ kg/m}^3$.

V_b = es el básico de la de velocidad del viento y depende del sitio geográfico de España. Como la explotación ganadera se encuentra en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, la zona de velocidad del viento a la que pertenece es la zona C lo que corresponde un valor de $V_b = 29 \text{ m/s}$. Este valor se obtiene de la *Figura 2*.

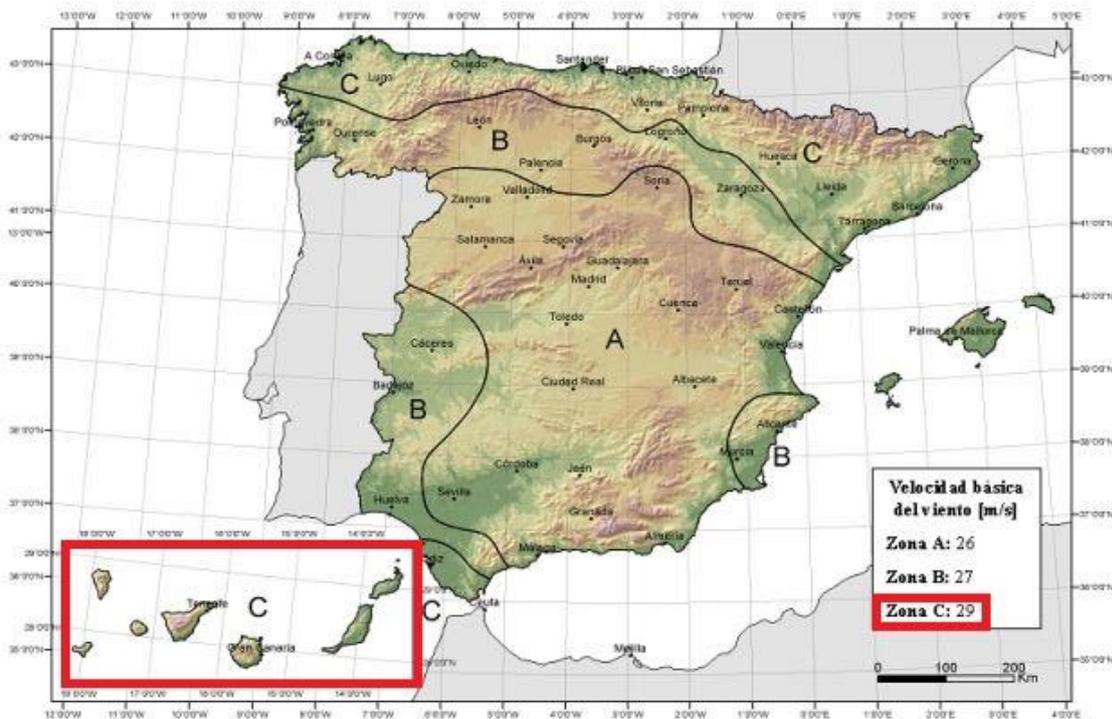


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Figura 3: Imagen Figura D.1 (DB-SE-AE)

Fuente: Código Técnico: DB-SE-AE

En segundo lugar se calcula el coeficiente de exposición (C_e), atendiendo al apartado 3.3.3 (Coeficiente de exposición) del CTE DB-SE-AE. Dicho coeficiente se obtiene con la *Tabla 3.4* de dicho apartado. Según el grado de aspereza del entorno de la nave y la altura de esta se obtiene el valor.

Se considera que la nave está en grado de aspereza III (Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o

construcciones pequeñas) y la altura es de 6 metros, por lo tanto obtenemos un valor de: $C_e = 2,0$.

Y por último se calcula el coeficiente eólico (C_p), atendiendo al apartado 3.3.4 (Coeficiente eólico de edificios de pisos) del CTE DB-SE-AE. Dicho coeficiente se obtiene con la *Tabla 3.5* de dicho apartado. Según la esbeltez de la nave, se obtiene un coeficiente eólico de presión (C_p) y un coeficiente eólico de succión (C_e). La nave en estudio posee una esbeltez de 0,275, ya que tiene una altura de 5,5 metros y un ancho de 20 metros, realizando cociente entre ambos datos se obtiene la esbeltez ya citada.

Introduciendo el valor de la esbeltez en la tabla 3.5 se obtiene los siguientes valores:

$$C_p(\text{coef. eólico de presión}) = 0,7$$

$$C_s(\text{coef. eólico de succión}) = -0,4$$

Una vez obtenidos el valor de estos coeficientes, se introducen en el programa de cálculo (CYPE 3D) para calcular las cargas de viento. El programa calcula 10 acciones de viento sobre la nave. A continuación, se muestran las acciones consideradas:

V (0°) H1. Viento 0°. Presión interior

V (0°) H2. Viento 0°. Succión interior

V (90°) H1. Viento 90°, presión exterior tipo1. Presión interior

V (90°) H2. Viento 90°, presión exterior tipo1. Succión interior

V (180°) H1. Viento 180°, presión exterior tipo1. Presión interior

V (180°) H2. Viento 180°, presión exterior tipo1. Succión interior

V (180°) H3. Viento 180°, presión exterior tipo2. Presión interior

V (180°) H4. Viento 180°, presión exterior tipo2. Succión interior

V (270°) H1. Viento 270°, presión exterior tipo1. Presión interior

V (270°) H2. Viento 270°, presión exterior tipo1. Succión interior

Cabe destacar que según la norma DB-SE-AE, los cálculos de las cargas de viento de una cubierta en diente de sierra, se resuelve como una cubierta a un agua exceptuando, la dirección del viento a un ángulo de 180° que en dicho caso, se estudian cuatro hipótesis de carga en vez de las dos que se realizan en otras direcciones.

3.2.4. Acciones térmicas

El valor de la carga de viento se realiza conforme a lo establecido en el apartado 3.4 (Acciones térmicas) del CTE DB-SE-AE. Según se expone en el artículo 3 “Pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud”, en la nave de estudio la longitud más larga de un elemento es de 20 m, por lo tanto no se considera la acción térmica.

3.2.5. Nieve

El valor de la carga de nieve se realiza conforme a lo establecido en el apartado 3.5 (Nieve) del CTE DB-SE-AE. La acción de nieve sobre la cubierta de la nave se calcula empleando la siguiente expresión:

$$q_n = \mu \times S_k$$
$$q_n = 1 \times 0,2 \text{ KN/m}^2$$
$$q_n = \mathbf{0,2 \text{ KN/m}^2}$$

Siendo según la norma:

μ = “coeficiente de forma de la cubierta”.

S_k = “el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal”.

A continuación se procede a realizar el cálculo de los dos coeficientes nombrados:

En primer lugar se calcula el coeficiente de forma de la cubierta (μ), atendiendo al apartado 3.5.3 (Coeficiente de forma) del CTE DB-SE-AE. La cubierta de la nave tiene una inclinación inferior de 30° y además, hay impedimentos sobre de ella ya que la cubierta soportará paneles solares, por lo tanto el valor del coeficiente será: $\mu = \mathbf{1}$.

Y por último, se calcula el valor característico de la carga de nieve (S_k), atendiendo al apartado 3.5.2 (Carga de nieve sobre un terreno horizontal) del CTE DB-SE-AE. Dicho coeficiente se obtiene con la *Tabla 3.8*, teniendo en cuenta que la nave se localiza en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, por lo que se obtiene un valor de: $S_k = \mathbf{0,2 \text{ KN/m}^2}$.

Como se observa la solicitación de nieve se debe tener en cuenta por dos motivos: el primer es que la cubierta tiene una inclinación menos a 30° y

que la cubierta tiene forma de diente de sierra, pudiendo acumular nieve en la unión de los faldones inclinados y verticales de los pórticos.

3.3. Acciones accidentales

Las acciones accidentales son aquellas que tiene una probabilidad baja de que ocurran pero tiene una gran importancia en el caso de que estas ocurran, por ello es muy importante el cálculo de dichas acciones.

3.3.1. Sismo

Teniendo en cuenta el apartado 4.1 (Sismo) del CTE DB-SE-AE, la acción sísmica se regula en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NSCE-02), por ello se usará esta para el cálculo de la acción del sismo.

En primer lugar se acude al apartado 1.2.2 (clasificación de las construcciones) para obtener la clasificación de la construcción según los daños que se puedan ocasionar. La nave se cataloga como de *importancia moderada* ya que según la norma son “aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpiendo un servicio primario o, producir daños económicos significativos a terceros”.

Se acude a la Figura 2.1 del apartado 2.2 (Aceleración sísmica de cálculo) del Capítulo II y se obtiene que el valor de la aceleración básica para la zona de estudio (teniendo en cuenta que la nave se encuentra en la Provincia de Santa Cruz de Tenerife), el valor es de 0,04g.

Seguidamente, se acude al apartado 1.2.3 (Criterios de aplicación de la Norma) y se observa que la norma no es de obligado cumplimiento si:

- ❖ “En las construcciones de importancia moderada”.
- ❖ “En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración básica a_b sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad”.

Teniendo en cuenta estas dos afirmaciones, se puede concluir que el análisis a sismo para la nave no es de obligado cálculo, por ello no se efectúa en este proyecto.

3.3.2. Incendio

Para realizar el cálculo a fuego de la estructura se ha tenido en cuenta la norma DB-SI (Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio). Se han tomado los siguientes valores para el cálculo de la estructura:

- ❖ Resistencia solicitada: R 60

Dicha resistencia es la cantidad de minutos que debe la estructura aguantar sin que esta falle y se derrumbe. Este valor suele oscilar entre 60 y 120 minutos en demás construcciones.

Para añadirle protección contra incendio a la estructura, se le ha añadido un revestimiento de protección: Pintura intumescente, con las siguientes características:

- ❖ Densidad: 0,0 kg/m³
- ❖ Conductividad: 0,010 W/(mK)
- ❖ Calor específico: 0,00 cal/kg°C

Cabe destacar que la pintura de protección se le debe añadir a todos los elementos que forman la estructura metálica. En la siguiente figura se muestran las superficies totales que se deben pintar en el proyecto.

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 200 B	1.182	138.000	163.116
RHS	RHS 122x61x4.5	0.350	269.258	94.283
	RHS 200x100x8.0	0.572	420.000	240.185
	RHS 96x48x4.8	0.271	250.000	67.783
SHS	SHS 60x4.0	0.226	140.000	31.632
	SHS 70x6.0	0.259	256.125	66.319
	SHS 45x4.0	0.166	238.564	39.589
R	R 15	0.047	411.514	19.392
	Total			722299

Figura 4: Superficie a pintar total

Fuente: Fuente propia

3.3.3. Impacto

No procede.

4. ESTRUCTURA METÁLICA

A continuación se procede a realizar el cálculo de la estructura metálica, teniendo en cuenta las acciones calculadas previamente.

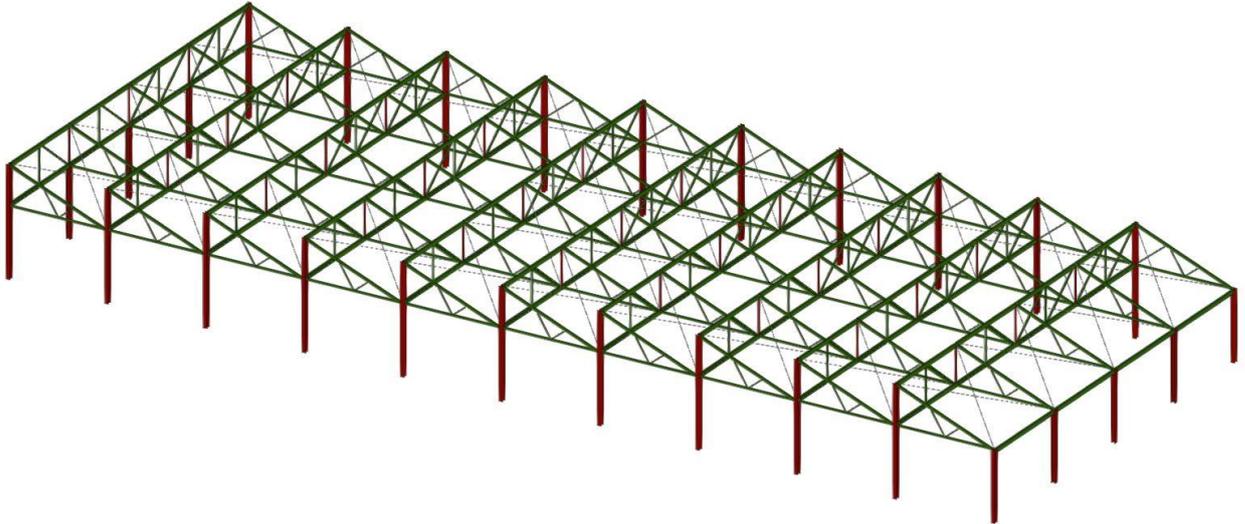


Figura 5: Estructura metálica 3D

Fuente: Elaboración propia

La definición de símbolos para carga, longitudes y unidades se explican a continuación:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kNm.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

4.1. Pórtico fachada frontal

El pórtico de fachada frontal tiene una altura de 5,50 m y una longitud de 20 m, está formado por 2 vigas longitudinales de perfil RHS 200x100x8,0 y por 5 pilares de perfil HE 200 B de 5,50 m, 3 de ellos serían pilares centrales y 2 son laterales. Además, al pórtico se le añade una cercha de 2 metros de altura, entre las vigas RHS para darle resistencia a la estructura y esta está formada por barras de perfiles SHS 60x4,0 para los montantes y perfiles 70x6,0 para las diagonales.

4.1.1. Cargas

Se muestran las cargas que soporta el pórtico de fachada frontal, para ello se selecciona una barra (N59/N75) que pertenece al pórtico frontal. Las cargas de la placas solares se aplican en los nudos, en este caso se ha elegido el mismo nodo (N59) que también está dentro del pórtico frontal.

Cargas en nudos					
Referencia	Hipótesis	Cargas puntuales (kN)	Dirección		
			X	Y	Z
N59	Placa solar	0.25	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N59/N75	Peso propio	Uniforme	0.116	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N75	Peso propio	Uniforme	1.787	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N75	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.243	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N75	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.225	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N59/N75	V(0°) H1	Uniforme	1.338	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(0°) H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.288	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N59/N75	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.243	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N75	V(0°) H2	Uniforme	1.338	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(0°) H2	Uniforme	1.551	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N59/N75	V(90°) H1	Uniforme	1.945	-	-	-	Globales	-0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(90°) H1	Uniforme	1.364	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.149	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N75	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.254	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N59/N75	V(90°) H2	Uniforme	1.347	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N59/N75	V(90°) H2	Uniforme	1.945	-	-	-	Globales	-0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(90°) H2	Triangular Izq.	0.149	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N75	V(90°) H2	Triangular Izq.	0.250	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N59/N75	V(180°) H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(180°) H1	Uniforme	0.399	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.243	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N75	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.225	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N59/N75	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.339	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N59/N75	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.243	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N75	V(180°) H2	Uniforme	0.399	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(180°) H2	Uniforme	1.823	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N59/N75	V(180°) H3	Uniforme	1.044	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(180°) H3	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(180°) H3	Triangular Izq.	0.225	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N59/N75	V(180°) H3	Triangular Izq.	0.243	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N75	V(180°) H4	Uniforme	1.823	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N59/N75	V(180°) H4	Uniforme	1.044	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(180°) H4	Triangular Izq.	0.243	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N59/N75	V(180°) H4	Triangular Izq.	0.339	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N59/N75	V(270°) H1	Uniforme	1.364	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(270°) H1	Uniforme	1.414	-	-	-	Globales	-0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.341	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N59/N75	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.254	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N59/N75	V(270°) H1	Uniforme	1.756	-	-	-	Globales	-0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(270°) H2	Triangular Izq.	0.250	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N59/N75	V(270°) H2	Triangular Izq.	0.341	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N59/N75	V(270°) H2	Uniforme	1.756	-	-	-	Globales	-0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(270°) H2	Uniforme	1.414	-	-	-	Globales	-0.000	0.371	0.928
N59/N75	V(270°) H2	Uniforme	1.347	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N59/N75	N(EI)	Uniforme	0.464	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N75	N(R)	Uniforme	0.928	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

4.1.2 Resultados

Se muestran los resultados del pórtico de fachada frontal. Para ello se muestran unas tablas comparativas de las comprobaciones de estado límite último (E.L.U.) de las barras del pórtico. Cabe destacar que se selecciona el tramo de barra donde los esfuerzos sean mayores y la barra tenga un comportamiento más desfavorable. En este caso se observan 4 perfiles:

HE 200 B:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	γ_l	I_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M V_z$		$M_t V_y$
N213/N67	$\gamma_l < 2.0$ Cumple	$I_w \leq I_{w,max}$ Cumple	x: 3.399 m h = 0.9	x: 0 m h = 2.5	x: 0 m h = 53.1	x: 0 m h = 1.9	x: 0 m h = 11.1	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 53.5	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 5.0	h = 0.1	CUMPLE h = 53.5
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	$M V_z$	$M_t V_y$			
N213/N67	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m h = 5.0	x: 0 m h = 54.6	x: 0 m h = 1.9	x: 0 m h = 9.6	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 57.9	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 6.2	h = 0.1	CUMPLE h = 57.9		

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

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>Notación: N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>														

RHS 200 x 100 x 8.0:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	l	l _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N69/N75	l < 2.0 Cumple	l _w £ l _{w,máx} Cumple	h = 0.7	h = 2.4	x: 0 m h = 1.5	x: 0 m h = 9.8	x: 0 m h = 0.2	h = 1.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 10.9	h < 0.1	h = 2.2	x: 0 m h = 0.2	h = 1.4	CUMPLE h = 10.9
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			
N69/N75	h = 0.8	h = 5.4	x: 0 m h = 3.2	x: 0 m h = 13.1	x: 0 m h = 0.6	h = 1.9	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 17.2	h < 0.1	h = 2.6	x: 0 m h = 0.6	h = 2.0	CUMPLE h = 17.2		
<p>Notación: N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p>																

SHS 60 x 4,0:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	l	l _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N77/N78	l < 2.0 Cumple	x: 0.101 m l _w £ l _{w,máx} Cumple	x: 1.799 m h = 2.1	x: 0.1 m h = 1.9	x: 0.95 m h = 22.0	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.8 m h = 3.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.101 m h < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.95 m h = 22.8	x: 0.101 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE h = 22.8
<p>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.</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			
N77/N78	x: 1.799 m h = 2.0	x: 0.1 m h = 2.6	x: 0.95 m h = 20.6	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.8 m h = 3.7	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.101 m h < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.95 m h = 21.4	x: 0.101 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE h = 21.4		
<p>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.</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>Notación: N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>														

SHS 70 X 6.0:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	λ	l _w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t		M _t V _Z	M _t V _Y
N65/N72	λ < 2.0 Cumple	x: 0.162 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	x: 2.88 m h = 0.5	x: 0.161 m h = 7.6	x: 1.521 m h = 1.2	x: 1.521 m h = 17.0	x: 0.161 m h = 0.2	x: 0.161 m h = 2.0	x: 0.355 m h < 0.1	x: 0.162 m h < 0.1	x: 1.521 m h = 24.7	x: 0.162 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 24.7
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</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			
N65/N72	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.161 m h = 12.8	x: 1.521 m h = 2.3	x: 1.521 m h = 14.3	x: 0.161 m h = 0.3	x: 0.161 m h = 1.6	x: 0.355 m h < 0.1	x: 0.162 m h < 0.1	x: 1.521 m h = 28.0	x: 0.162 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE h = 28.0		
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																
<p>Notación: N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>																

4.2. Pórtico fachada posterior

El pórtico de fachada posterior tiene una altura de 3,50 m y una longitud de 20 m, está formado por una viga longitudinal de perfil RHS 200x100x8,0 y por 5 pilares de perfil HE 200 B por pórtico, 3 de ellos serían pórticos centrales (con una dimensión de 3,5 m) y 2 pórticos los laterales, que son compartidos con los pórticos exteriores (con una dimensión de 5,50 m).

4.2.1. Cargas

Se muestran las cargas que soporta el pórtico de fachada posterior, para ello se selecciona una barra (N209/N206) que pertenece al pórtico posterior. Las cargas de las placas solares se aplican en los nudos, en este caso se ha elegido el mismo nodo (N209) que también está dentro del pórtico posterior.

Cargas en nudos					
Referencia	Hipótesis	Cargas puntuales (kN)	Dirección		
			X	Y	Z
N209	Placa solar	0.25	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N209/N206	Peso propio	Uniforme	0.116	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N209/N206	Peso propio	Uniforme	1.787	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N209/N206	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.243	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N209/N206	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.225	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(0°) H1	Uniforme	1.338	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(0°) H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.288	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N209/N206	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.243	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N209/N206	V(0°) H2	Uniforme	1.338	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(0°) H2	Uniforme	1.551	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(90°) H1	Uniforme	1.496	-	-	-	Globales	-0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(90°) H1	Uniforme	1.414	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(90°) H1	Uniforme	1.364	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.341	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N209/N206	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.254	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(90°) H2	Triangular Izq.	0.250	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N209/N206	V(90°) H2	Triangular Izq.	0.341	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	0.000
N209/N206	V(90°) H2	Uniforme	1.496	-	-	-	Globales	-0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(90°) H2	Uniforme	1.414	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(90°) H2	Uniforme	1.347	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N209/N206	V(180°) H1	Faja	1.495	-	0.000	1.185	Globales	-0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(180°) H1	Faja	0.351	-	0.000	1.185	Globales	-0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(180°) H1	Faja	0.664	-	1.185	1.805	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(180°) H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(180°) H1	Trapezoidal	0.577	0.001	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(180°) H1	Faja	0.002	-	0.000	0.673	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N209/N206	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.225	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(180°) H2	Trapezoidal	0.577	0.001	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(180°) H2	Faja	0.002	-	0.000	0.673	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N209/N206	V(180°) H2	Faja	0.351	-	0.000	1.185	Globales	-0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(180°) H2	Faja	1.495	-	0.000	1.185	Globales	-0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.339	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N209/N206	V(180°) H2	Faja	0.664	-	1.185	1.805	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(180°) H2	Uniforme	1.823	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(180°) H3	Faja	0.225	-	0.000	1.185	Globales	0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(180°) H3	Faja	0.888	-	0.000	1.185	Globales	0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(180°) H3	Faja	0.758	-	1.185	1.805	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(180°) H3	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(180°) H3	Trapezoidal	0.577	0.001	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(180°) H3	Triangular Izq.	0.225	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(180°) H3	Faja	0.002	-	0.000	0.673	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N209/N206	V(180°) H4	Faja	0.225	-	0.000	1.185	Globales	0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(180°) H4	Faja	0.758	-	1.185	1.805	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(180°) H4	Uniforme	1.823	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(180°) H4	Trapezoidal	0.577	0.001	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(180°) H4	Faja	0.002	-	0.000	0.673	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N209/N206	V(180°) H4	Triangular Izq.	0.339	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N209/N206	V(180°) H4	Faja	0.888	-	0.000	1.185	Globales	0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.149	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N209/N206	V(270°) H1	Uniforme	1.945	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.254	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N209/N206	V(270°) H1	Uniforme	1.364	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(270°) H2	Triangular Izq.	0.250	-	0.000	1.805	Globales	1.000	0.000	-0.000
N209/N206	V(270°) H2	Triangular Izq.	0.149	-	0.000	1.805	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N209/N206	V(270°) H2	Uniforme	1.945	-	-	-	Globales	0.000	0.371	0.928
N209/N206	V(270°) H2	Uniforme	1.347	-	-	-	Globales	-0.000	-0.371	-0.928
N209/N206	N(EI)	Uniforme	0.464	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N209/N206	N(R)	Uniforme	0.232	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

4.2.2. Resultados

Se muestran los resultados del pórtico de fachada posterior. Para ello se muestran unas tablas comparativas de las comprobaciones de estado límite último (E.L.U.) de las barras del pórtico. Cabe destacar que se selecciona el tramo de barra donde los esfuerzos sean mayores y la barra tenga un comportamiento más desfavorable. En este caso se observan 2 perfiles:

HE 200 B:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	l_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z		M_tV_y
N209/N206	$\lambda < 2.0$ Cumple	$l_w \leq l_{w,max}$ Cumple	x: 3.299 m h = 0.9	x: 0 m h = 2.9	x: 0 m h = 49.9	x: 0 m h = 1.8	x: 0 m h = 9.6	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 49.7	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 5.8	h = 0.1	CUMPLE h = 49.9
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N_{Ed}	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y			
N209/N206	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m h = 5.1	x: 0 m h = 68.7	x: 0 m h = 1.9	x: 0 m h = 10.7	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 70.2	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 6.8	h = 0.1	CUMPLE h = 70.2		
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>Notación:</p> <p>N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>																

RHS 200 x 100 x 8.0:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	l_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z		M_tV_y
N31/N207	$\lambda < 2.0$ Cumple	$l_w \leq l_{w,max}$ Cumple	h = 0.9	h = 3.9	x: 0.1 m h = 2.5	x: 0.1 m h = 7.8	x: 4.969 m h = 0.3	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.1 m h = 12.2	h < 0.1	h = 2.7	x: 4.969 m h = 0.3	h = 0.4	CUMPLE h = 12.2
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y			
N31/N207	h = 0.7	h = 10.8	x: 4.969 m h = 5.5	x: 0.1 m h = 10.8	x: 4.969 m h = 0.9	h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.1 m h = 23.9	h < 0.1	h = 3.0	x: 4.969 m h = 0.9	h = 0.6	CUMPLE h = 23.9		

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> N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p>														

4.3. Pórtico interior

Los pórticos interiores tienen una luz de 20 metros, están dimensionados por dos vigas longitudinales de perfil RHS 200x100x8,0

Para añadir resistencia al pórtico se ha añadido una celosía entre las dos vigas. Esta celosía tiene 2 metros de altura y 20 metros de longitud y está formada por barras de perfil SHS 60x4,0 para los montantes y para las diagonales un perfil SHS 70x6,0.

4.3.1. Cargas

Se muestran las cargas que soporta el pórtico interior, para ello se selecciona una barra (N144/N142) que pertenece al pórtico frontal. Las cargas de la placas solares se aplican en los nudos, en este caso se ha elegido el mismo nodo (N142) que también está dentro del pórtico frontal.

Cargas en nudos					
Referencia	Hipótesis	Cargas puntuales (kN)	Dirección		
			X	Y	Z
N142	Placa solar	0.25	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N144/N142	Peso propio	Uniforme	0.601	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N144/N142	V(0°) H1	Uniforme	2.149	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N144/N142	V(0°) H1	Uniforme	0.655	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N144/N142	V(0°) H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N144/N142	V(0°) H1	Uniforme	1.878	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N144/N142	V(0°) H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(0°) H2	Uniforme	1.551	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N144/N142	V(0°) H2	Uniforme	1.551	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N144/N142	V(0°) H2	Uniforme	1.878	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N144/N142	V(0°) H2	Uniforme	2.149	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N144/N142	V(0°) H2	Uniforme	0.655	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N144/N142	V(90°) H1	Uniforme	1.364	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(90°) H1	Uniforme	2.149	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(90°) H1	Uniforme	0.655	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(90°) H1	Uniforme	1.835	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N144/N142	V(90°) H1	Uniforme	1.364	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N144/N142	V(90°) H2	Uniforme	1.835	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N144/N142	V(90°) H2	Uniforme	0.655	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(90°) H2	Uniforme	1.347	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N144/N142	V(90°) H2	Uniforme	1.347	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N144/N142	V(90°) H2	Uniforme	2.149	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(180°) H1	Uniforme	0.887	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(180°) H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(180°) H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N144/N142	V(180°) H1	Uniforme	1.304	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N144/N142	V(180°) H2	Uniforme	0.887	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(180°) H2	Uniforme	1.823	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N144/N142	V(180°) H2	Uniforme	1.823	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N144/N142	V(180°) H2	Uniforme	1.304	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N144/N142	V(180°) H3	Uniforme	0.887	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(180°) H3	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(180°) H3	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N144/N142	V(180°) H3	Uniforme	1.304	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N144/N142	V(180°) H4	Uniforme	0.887	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(180°) H4	Uniforme	1.823	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N144/N142	V(180°) H4	Uniforme	1.823	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N144/N142	V(180°) H4	Uniforme	1.304	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N144/N142	V(270°) H1	Uniforme	1.304	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(270°) H1	Uniforme	1.364	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(270°) H1	Uniforme	1.364	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N144/N142	V(270°) H1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N144/N142	V(270°) H2	Uniforme	1.347	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N144/N142	V(270°) H2	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N144/N142	V(270°) H2	Uniforme	1.304	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N144/N142	V(270°) H2	Uniforme	1.347	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000

4.3.2. Resultados

Se muestran los resultados del pórtico interior. Para ello se muestran unas tablas comparativas de las comprobaciones de estado límite último (E.L.U.) de las barras del pórtico. Cabe destacar que se selecciona el tramo de barra donde los esfuerzos sean mayores y la barra tenga un comportamiento más desfavorable. En este caso se observan 4 perfiles:

HE 200 B:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$l < 2.0$	$l_w \leq l_w, \text{máx}$	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	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N18/N19	Cumple	Cumple	x: 3.367 m h = 3.3	x: 0 m h = 8.3	x: 0 m h = 18.6	x: 0 m h = 13.8	x: 0 m h = 6.9	h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.368 m h = 32.2	h < 0.1	h = 0.7	x: 0 m h = 6.9	h = 0.6	CUMPL E h = 32.2
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
N18/N19	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m h = 15.4	x: 3.368 m h = 37.7	x: 0 m h = 14.6	x: 0 m h = 7.6	h = 0.7	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.368 m h = 59.0	h < 0.1	h = 0.8	x: 0 m h = 7.6	h = 0.7	CUMPL E h = 59.0		
<i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																
<i>Notación:</i> N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_y : Resistencia a flexión eje Y M_z : Resistencia a flexión eje Z V_z : Resistencia a corte Z V_y : Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra h : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

RHS 200 x 100 x 8.0:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$l < 2.0$	$l_w \leq l_w, \text{máx}$	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	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N144/N142	Cumple	Cumple	h = 12.9	h = 79.9	x: 1.852 m h = 4.1	x: 0 m h = 7.9	x: 0 m h = 0.2	h = 1.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.469 m h = 88.3	h < 0.1	h = 0.6	x: 0 m h = 0.2	h = 1.2	CUMPL E h = 88.3
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
N144/N142	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	h = 78.8	x: 1.646 m h = 3.2	x: 0 m h = 3.8	x: 0 m h = 0.2	h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.469 m h = 83.7	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 0.2	h = 0.6	CUMPL E h = 83.7		
<i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																

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: N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>													

SHS 60 x 4,0:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	l _w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N161/N162	λ < 2.0 Cumple	x: 0.101 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	x: 1.799 m h = 21.7	x: 0.1 m h = 80.9	x: 0.95 m h = 22.0	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.8 m h = 3.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.101 m h < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.95 m h = 93.4	x: 0.101 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPL E h = 93.4
<p>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.</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		
N161/N162	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.1 m h = 77.3	x: 0.95 m h = 10.7	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 1.8 m h = 1.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0.101 m h < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.95 m h = 83.2	x: 0.101 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPL E h = 83.2		
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																
<p>Notación: N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>																

SHS 70 X 6.0:

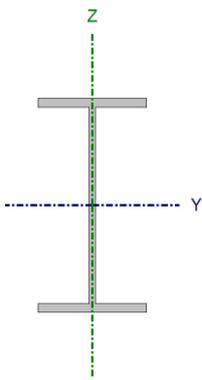
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	l _w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N93/N39	λ < 2.0 Cumple	x: 0.162 m l _w ≤ l _{w,max} Cumple	x: 2.88 m h = 39.3	x: 0.161 m h = 56.5	x: 1.521 m h = 1.2	x: 1.521 m h = 21.9	x: 0.161 m h = 0.2	x: 2.881 m h = 2.5	x: 0.355 m h < 0.1	x: 0.162 m h < 0.1	x: 1.521 m h = 88.9	x: 0.162 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPL E h = 88.9
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

arra	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	
N93/N39	x: 2.88 m h = 53.9	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.521 m h = 2.3	x: 1.521 m h = 18.5	x: 0.161 m h = 0.3	x: 2.881 m h = 2.1	x: 0.355 m h < 0.1	x: 0.162 m h < 0.1	x: 1.521 m h = 61.5	x: 0.162 m h < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE h = 61.5
<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 torsor.</p> <p>⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>Notación:</p> <p>N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>														

4.4. Correas

En este apartado se procede a realizar el cálculo de las correas que situarán en la cubierta. Estas son de barras de perfil IPE 180 de 5 m de longitud y se distribuyen en la cubierta cada 1,80 m.

4.4.1. Características

Perfil: IPE 180 Material: S275							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	4.164, 0.000, 3.834	4.164, 5.000, 3.834	5.000	23.90	1317.00	101.00	4.73
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p>							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.00	1.00	0.00	0.00			
L _K	0.000	5.000	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m) C_m: Coeficiente de momentos C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>							

4.4.2. Comprobación

Se efectúa la comprobación de resistencia:

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 49.71 %

Se realiza la comprobación de flecha:

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 79.16 %

Comprobaciones totales según el Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones:

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
pésima en cubierta	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.833 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m $\eta = 49.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 10.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.833 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 49.7$
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <ul style="list-style-type: none"> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. 																

4.5. Uniones

En este apartado se muestran las comprobaciones necesarias para que las uniones de la estructura cumplan la normativa, en este caso se trata de:

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

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

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

Disposiciones constructivas:

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

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

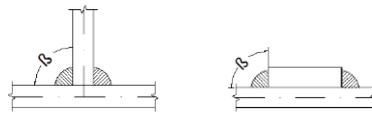
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

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

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

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

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



Unión en 'T' Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

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

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

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

c) Cordones de soldadura en ángulo:

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

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises: } \sqrt{\sigma^2 + 3 * (\tau^2 + \tau^2)} = < \frac{f_u}{\beta_W * \gamma_{M2}}$$

$$\text{Tensión normal: } \sigma = < K * \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde K = 1.

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

Especificaciones para uniones soldadas de perfiles tubulares

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.9. Uniones de perfiles huecos en las vigas de celosía.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

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

Disposiciones constructivas:

1) Cada tubo se soldará en todo su perímetro de contacto con los otros tubos.

2) Se define como ángulo diedro el ángulo medido en el plano perpendicular a la línea de soldadura, formado por las tangentes a las superficies externas de los tubos que se sueldan entre sí.

3) Para ángulos diedros mayores que 100 grados se deberá realizar soldadura a tope, independientemente del espesor del tubo que se suelda.

4) Los tubos de espesor igual o superior a 8 mm se soldarán a tope, excepto en las zonas en las que el ángulo diedro es agudo y pueda realizarse correctamente la soldadura en ángulo.

5) Los tubos de espesor inferior a 8 mm se pueden soldar con cordones de soldadura en ángulo.

6) En soldaduras a tope, el ángulo del bisel mínimo es de 45 grados.

7) En los detalles se indican los distintos tipos de cordones necesarios en el perímetro de soldadura de los tubos.

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

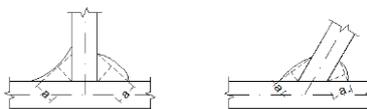
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura en ángulo:

Se dimensionan con un valor de espesor de garganta tal que su resistencia sea igual a la menor de las piezas que une.

Referencias y simbología

a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras

Referencias:

1: línea de la flecha

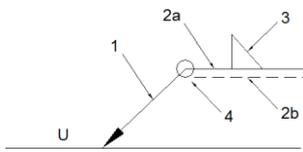
2a: línea de referencia (línea continua)

2b: línea de identificación (línea a trazos)

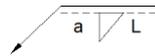
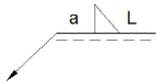
3: símbolo de soldadura

4: indicaciones complementarias

U: Unión



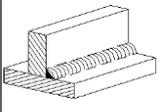
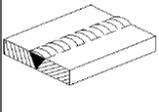
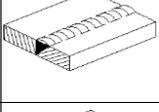
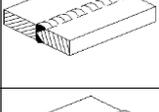
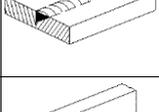
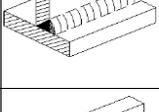
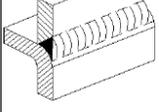
Referencias 1, 2a y 2b



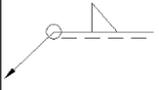
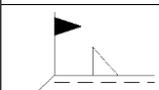
El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

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

Referencia 3

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

Referencia 4

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

Comprobaciones en placas de anclaje

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

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

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

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

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

3. Placa de anclaje

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

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

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

5. CIMENTACIÓN

A continuación se explicará la parte de cimentación del proyecto. Para resolver este apartado se ha tenido en cuenta el Código Técnico del Documento Básico de Seguridad Estructural y cimientos (CTE DB SE-C) y la Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08).

En el apartado de Material de este documento, se explican las características del hormigón estructural que se usará en este proyecto. Estas son:

HA- 30/B/20/ IIIa; B-500S ($Y_s=1,15$). CEM II/A.

Cabe destacar que se empleará un hormigón de limpieza de 10 cm de espesor para cubrir toda la superficie horizontal de la nave, consiguiendo así una capa de hormigón que permita tener un terreno firme para fijar correctamente los elementos de cimentación.

La parte de cimentación se compone principalmente de elementos aislados (zapatas) y vigas de atado.

En la siguiente Figura se muestra una imagen de la Cimentación, en ella se observan lo distintos elementos empleados en la cimentación de la planta:

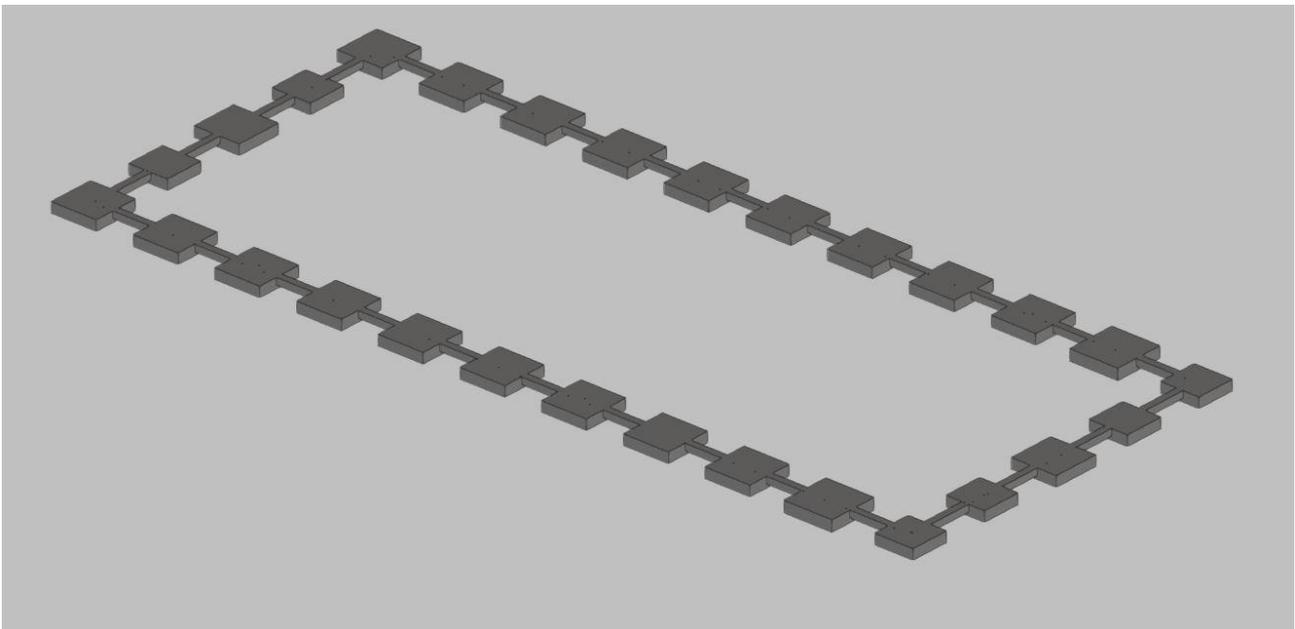


Figura 6: Vista cimentación

Fuente: Elaboración propia

5.1. Elementos aislados

Los elementos aislados de cimentación de la nave son zapatas aisladas, que poseen las siguientes características y comprobaciones realizadas,

5.1.1. Características zapatas

Descripción:

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N6, N9, N12, N15, N18, N21, N24, N32, N34, N37, N40, N43, N46, N49, N52, N55, N209 y N213	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 137.5 cm Ancho inicial Y: 137.5 cm Ancho final X: 137.5 cm Ancho final Y: 137.5 cm Ancho zapata X: 275.0 cm Ancho zapata Y: 275.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 14Ø12c/20 Sup Y: 14Ø12c/20 Inf X: 14Ø12c/20 Inf Y: 14Ø12c/20
N27 y N58	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 147.5 cm Ancho inicial Y: 147.5 cm Ancho final X: 147.5 cm Ancho final Y: 147.5 cm Ancho zapata X: 295.0 cm Ancho zapata Y: 295.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 15Ø12c/19 Sup Y: 15Ø12c/19 Inf X: 15Ø12c/19 Inf Y: 15Ø12c/19
N30, N61, N208, N210, N211 y N212	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 117.5 cm Ancho inicial Y: 117.5 cm Ancho final X: 117.5 cm Ancho final Y: 117.5 cm Ancho zapata X: 235.0 cm Ancho zapata Y: 235.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 12Ø12c/20 Sup Y: 12Ø12c/20 Inf X: 12Ø12c/20 Inf Y: 12Ø12c/20

Resumen medición:

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m ³)	
	Ø12	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N1, N3, N6, N9, N12, N15, N18, N21, N24, N32, N34, N37, N40, N43, N46, N49, N52, N55, N209 y N213	20x144.94	20x4.54	20x0.76
Referencias: N27 y N58	2x166.98	2x5.66	2x0.87
Referencias: N30, N61, N208, N210, N211 y N212	6x105.47	6x3.31	6x0.55
Totales	3865.58	121.94	20.18

5.1.2. Comprobación zapatas

Como se observa en el apartado anterior, se disponen de tres tipos de zapatas aisladas con diferentes dimensiones y armado.

Se procede a mostrar las comprobaciones realizadas en cada una de ellas, para ello se han seleccionado las zapatas con la peor solicitación en para cada tipo de zapata, ya que si se aplica el criterio de unificación, se podría concluir que si la zapata más solicitada cumple todas las restricciones, el resto de zapatas con la misma referencia cumplen también con los requisitos.

Se han escogido las zapatas número: N1 (275 x 275 x 60 cm), N27 (295 x 295 x 65 cm) y N30 (235 x 235 x 60 cm).

Zapata N1:

Referencia: N1 Dimensiones: 275 x 275 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: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0177561 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0170694 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0232497 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: 357.8 % Reserva seguridad: 31.0 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: -22.07 kN·m Momento: -35.42 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 20.60 kN Cortante: 34.14 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 71.3 kN/m ²	Cumple

Referencia: N1 Dimensiones: 275 x 275 x 60 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
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: - N1:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 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: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 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
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: 67 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 67 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 67 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Zapata N27:

Referencia: N27		
Dimensiones: 295 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0279585 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0267813 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0328635 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: 253.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 61.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 59.69 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 47.10 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 51.01 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 39.73 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 173.7 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N27:	Mínimo: 49 cm Calculado: 58 cm	Cumple

Referencia: N27		
Dimensiones: 295 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
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: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 73 cm	Cumple

Referencia: N27		
Dimensiones: 295 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 73 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Zapata N30:

Referencia: N30		
Dimensiones: 235 x 235 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: 0.1962 MPa Calculado: 0.0232497 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0174618 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0316863 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: 304.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 383.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 19.34 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 22.42 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 18.44 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 21.68 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 89.1 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:		
- N30:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N30 Dimensiones: 235 x 235 x 60 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- 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: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	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
- 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: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 47 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.2. Vigas de atado

Las vigas de atado conectan las zapatas entre sí, aportando más estabilidad a la parte de cimentación de la nave.

5.2.1. Características vigas de atado

Descripción:

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N3-N1], C.1 [N213-N212], C.1 [N6-N3], C.1 [N213-N211], C.1 [N30-N27], C.1 [N9-N6], C.1 [N34-N32], C.1 [N27-N24], C.1 [N37-N34], C.1 [N12-N9], C.1 [N212-N1], C.1 [N40-N37], C.1 [N211-N32], C.1 [N210-N209], C.1 [N15-N12], C.1 [N43-N40], C.1 [N210-N30], C.1 [N46-N43], C.1 [N209-N208], C.1 [N24-N21], C.1 [N18-N15], C.1 [N49-N46], C.1 [N208-N61], C.1 [N52-N49], C.1 [N61-N58], C.1 [N55-N52], C.1 [N58-N55] y C.1 [N21-N18]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Resumen medición:

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N3-N1], C.1 [N213-N212], C.1 [N6-N3], C.1 [N213-N211], C.1 [N30-N27], C.1 [N9-N6], C.1 [N34-N32], C.1 [N27-N24], C.1 [N37-N34], C.1 [N12-N9], C.1 [N212-N1], C.1 [N40-N37], C.1 [N211-N32], C.1 [N210-N209], C.1 [N15-N12], C.1 [N43-N40], C.1 [N210-N30], C.1 [N46-N43], C.1 [N209-N208], C.1 [N24-N21], C.1 [N18-N15], C.1 [N49-N46], C.1 [N208-N61], C.1 [N52-N49], C.1 [N61-N58], C.1 [N55-N52], C.1 [N58-N55] y C.1 [N21-N18]	28x5.19	28x20.70	724.92	28x0.36	28x0.09
Totales	145.32	579.60	724.92	10.08	2.52

5.2.2. Comprobación vigas de atado

Como se observa en el apartado anterior, se dispone de un solo tipo de viga atado. En este punto, se procede a mostrar las comprobaciones realizadas para observar que cálculos se han realizado. Para ello se ha escogido la viga de atado C.1 [N3-N1], ya que posee la peor solicitación del resto de vigas de atado y se aplica el mismo criterio que con las zapatas.

Referencia: C.1 [N3-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO 3: ESTIMACIÓN DE COSTES

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor:

David Mendoza Pérez

Tutores:

Felipe Santiago Alcover Brito

Claudio Briones Barrera

Julio 2021

ÍNDICE ESTIMACIÓN DE COSTES

1.	CAPÍTULO 1. CIMENTACIÓN	1
2.	CAPÍTULO 2. ESTRUCTURA METÁLICA	2
3.	CAPÍTULO 3. CERRAMIENTO Y CUBIERTA	3
4.	CAPÍTULO 4. EVACUACIÓN AGUAS PLUVIALES	4
5.	CAPÍTULO 5. CERRAMIENTO DE LA PARCELA	5
6.	RESUMEN ESTIMACIÓN DE COSTES	6

CAPÍTULO 1. CIMENTACIÓN										
		UNIDADES	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal medicion	Precio partida	Subtotal Partida	Total CAPÍTULO
01.01 m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS	Excavación de zanjas a cielo abierto para cimentaciones hasta una profundidad indicada en el proyecto, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye el transporte de los materiales excavados.								
	ZAPATA 1	20	3,15	3,15	0,6	119,07				
	ZAPATA 2	2	3,35	3,35	0,65	14,59				
	ZAPATA 3	6	2,75	2,75	0,6	27,23				
	VIGA DE ATADO 1	28	0,8	2,25	0,4	20,16				
							181,04	6,85	1.240,15 €	
01.02 m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA	Hormigón HL-150/P/20, con un porcentaje máximo de áridos reciclados del 50%, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.								
	ZAPATA 1	20	3,15	3,15	0,1	19,85				
	ZAPATA 2	2	3,35	3,35	0,1	2,24				
	ZAPATA 3	6	2,75	2,75	0,1	4,54				
	VIGA DE ATADO 1	28	0,8	2,25	0,1	5,04				
							31,67	80,39	2.545,71 €	
01.03 m3	HORMIGÓN PARA ARMAR. HA-30/B/20/IIIa (ZAPATAS)	Hormigón HA-30/B/20/IIIa, con un porcentaje máximo de áridos reciclados del 20%, fabricado en central, y vertido desde camión, para formación de zapata de cimentación.								
	ZAPATA 1	20	2,75	2,75	0,6	90,75				
	ZAPATA 2	2	2,95	2,95	0,65	11,31				
	ZAPATA 3	6	2,35	2,35	0,6	19,88				
							121,94	119,47	14.568,68 €	
01.04 m3	HORMIGÓN PARA ARMAR. HA-30/B/20/IIIa (VIGA DE ATADO)	Hormigón HRA-30/B/20/IIIa, con un porcentaje máximo de áridos reciclados del 20%, fabricado en central, y vertido desde camión, para formación de viga entre zapatas.								
	VIGA DE ATADO 1	28	0,4	2,25	0,4	10,08				
							10,08	119,48	1.204,36 €	
01.05 m3	SISTEMA DE ENCOFRADO PARA ZAPATAS	Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para zapata de cimentación, formado por paneles metálicos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.								
	ZAPATA 1	20	2,75	4	0,6	132,00				
	ZAPATA 2	2	2,95	4	0,65	15,34				
	ZAPATA 3	6	2,35	4	0,6	33,84				
							181,18	15,34	2.779,30 €	
01.06 m3	SISTEMA DE ENCOFRADO PARA VIGAS DE ATADO	Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para viga entre zapatas, formado por paneles metálicos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.								
	VIGA DE ATADO 1	28	0,4	2	0,4	8,96				
							8,96	16,33	146,32 €	
01.07 kg	ACERO PARA HORMIGÓN CORRUGADO B 500 S	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller de obra y montaje en zapata de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores.								
	ZAPATA 1 (armado superior)	20	14	2,65	0,89	658,90				
	ZAPATA 1 (armado inferior)	20	14	2,65	0,89	658,90				
	ZAPATA 2 (armado superior)	2	15	2,85	0,89	75,92				
	ZAPATA 2 (armado inferior)	2	15	2,85	0,89	75,92				
	ZAPATA 3 (armado superior)	6	12	2,25	0,89	143,86				
	ZAPATA 3 (armado inferior)	6	12	2,25	0,89	143,86				
	VIGA DE ATADO 1 (longitudinal)	28	4	5,3	0,89	527,12				
	VIGA DE ATADO 1 (transversal)	28	9	1,33	0,40	132,39				
							100%	2417,96		
							10%	241,80		
							TOTAL 1.07	2659,75	1,90	5.053,53 €
01.08 m2	SOLERA DE HORMIGÓN	Solera de hormigón en masa de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.								
	ANCHO		LONGITUD	ÁREA TOTAL						
	50		20	1000		1000				
							1000,00	15,49	15.490,00 €	
									TOTAL CAPITULO 1	43.028,05 €

CAPITULO 2. ESTRUCTURA METÁLICA

	UNIDADES	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal medicion	Precio partida	Subtotal Partida	Total CAPÍTULO
02.01 kg CORREA PERFIL IPE 180									
Acero S275JR en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE 180, acabado con imprimación antioxidante pero no incluye el panel que actuará como cubierta.									
	NºPÓRTICOS	Nº CORREAS	LONGITUD	LON.TOTAL					
	10	8	5	400					
						400	21,99	8.796,00 €	
02.02 kg ACERO S275 EN ESTRUCTURA METÁLICA									
Acero S275JR en piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPE, HEB, RHS, SHS, acabado con imprimación antioxidante. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje									
	Nº BARRAS	LONGITUD	PESO PERFIL						
PILARES									
HE 200 B	20	5,5	61,3		6743,00				
HE 200 B	8	3,5	61,3		1716,40				
VIGAS CENTRALES									
RHS 200 x 100 x 8,0	21	20	33,9		25746,00				
VIGAS LATERALES HORIZONTALES									
RHS 96 x 48 x 4,8	50	5	8		2000,00				
VIGAS LATERALES INCLINADAS									
RHS 122 x 61 x 4,5	50	5,38	12,8		3443,20				
CERCHA LATERAL (DIAGONALES)									
SHS 45 x 4,0	50	2,1	4,83		507,15				
SHS 45 x 4,0	50	1,5	4,83		362,25				
SHS 45 x 4,0	50	1	4,83		241,50				
CERCHA CENTRAL (DIAGONALES)									
SHS 70 x 6,0	80	3,2	12,42		3179,52				
CERCHA CENTRAL (MONTANTES)									
SHS 60 x 4,0	70	2	6,71		939,40				
CRUCES (CUBIERTA)									
R14	56	7,3	1,21		494,65				
						45373,07	2,11	95.737,17 €	
02.03 ud PLACA DE ANLAJE CON PERNOS ATORNILLADOS (450x450x10)mm									
	Nº PLACAS								
	28								
Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 450x450 mm y espesor 10 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 12 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos. El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.									
						28	88,91	2.489,48 €	
								TOTAL CAPITULO 2	107.022,65 €

CAPÍTULO 3. CERRAMIENTO Y CUBIERTA

	UNIDADES	LATTITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal medicion	Precio partida	Subtotal Partida	Total CAPÍTULO
--	----------	----------	----------	--------	----------	----------------------	-------------------	---------------------	----------------

03.01 m2 MURO DE FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN

Muro de 20 cm de espesor de fábrica de bloque 2 CV de hormigón, split dos caras opuestas, color gris, 50x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta enrasada, recibida con mortero de cemento confeccionado en obra, con 300 kg/m³ de cemento, color gris, con aditivo hidrófugo, dosificación 1:5, suministrado en sacos. El precio no incluye los zunchos horizontales ni la formación de los dinteles de los huecos del paramento.

	A. SIN HUECO	A. HUECO	ÁREA FINAL
PÓRTICO LATERAL	175	24	151
PÓRTICO LATERAL INCLINADO	50	0	50
PÓRTICO FACHADA	60	30	30
PÓRTICO POSTERIOR	60	18	42

ÁREA TOTAL

273

273	40,79	11.135,67 €
-----	-------	-------------

03.02 m2 PANEL SÁNDWICH PARA FORJADO

Panel sándwich con acabado en teja, núcleo aislante de espuma de poliestireno extruido de 80 mm de espesor de 2000x1800 mm, transmitancia térmica 0,423 W/(m²K), d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, fijado con tornillos autotaladrantes de

	Nº CUBIERTAS	ANCHO PANEL	ALTO PANEL	Nº PANELES
PANELES SÁNDWICH (faldón inclinado) ESPESOR 80mm	10	2	1,8	30
PANELES SÁNDWICH (faldón vertical) ESPESOR 80mm	100	2	2	2
	Nº TOT. PANEL	ANCHO PANEL	ALTO PANEL	ÁREA HUECO
	110	2	2	2

TOTAL
1280,00

1280,00	73,84	94.515,20 €
---------	-------	-------------

03.03 m2 BLOQUE DE HORMIGÓN DE INTERIOR PARA PARTICIÓN DE HABITACULOS

Partición interior para separación entre recinto habitable y cualquier otro habitable, formada por una hoja de fábrica de 12 cm de espesor de ladrillo de hormigón perforado acústico, Geroblok Cámara "DBBLOK", para revestir, de 15x20x50 cm, recibida con mortero de cemento, industrial, M-7,5, revestida por ambas caras con 15 mm de yeso de construcción B1, proyectado, y acabado final con una capa de enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6.

	Nº CORRALES	ANCHO	LARGO	ALTURA
BLOQUE INTERIOR	30	3,6	2,7	1,5

TOTAL
437,40

437,40	49,23	21.533,20 €
--------	-------	-------------

TOTAL CAPITULO 3		127.184,07 €
-------------------------	--	---------------------

CAPÍTULO 4. EVACUACIÓN AGUAS PLUVIALES										
		UNDIDADES	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal medicion	Precio partida	Subtotal Partida	Total CAPÍTULO
04.01 m	CANALÓN VISTO DE PIEZA PREFORMADA CON DIÁMETRO 125 mm									
	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 125 mm, color gris claro.									
		Nº CANALONES	LONGITUD							
		10	20							
						TOTAL				
						200				
							200	12,65	2.530,00 €	
04.02 m	BAJANTE EXTERIOR PARA AGUA PLUVIAL CON DIÁMETRO 125 mm									
	Bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 125 mm de diámetro y 3 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.									
		Nº BAJANTES	Nº PORTICOS	LONGITUD						
		2	10	3,5						
						TOTAL				
						70				
							70	6,84	478,80 €	
04.03 m	COLECTOR SUSPENDIDO PARA DREANJE CUBIERTA									
	Colector suspendido para sistema de drenaje sifónico de cubierta, formado por tubería templada mediante tratamiento térmico adicional, de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), de 125 mm de diámetro exterior y 3,0 mm de espesor, sistema Akasison "JIMTEN".									
		Nº COLECTORES	LONGITUD							
		10	20							
						TOTAL				
						200				
							200	37,19	7.438,00 €	
									TOTAL CAPITULO 4	10.446,80 €

CAPÍTULO 5. CERRAMIENTO DE LA PARCELA

05.01 m	MURO DE FÁBRICA PARA VALLADO DE LA PARCELA	UNDIDADES	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal medicion	Precio partida	Subtotal Partida	Total CAPÍTULO
---------	--	-----------	---------	----------	--------	----------	----------------------	-------------------	---------------------	----------------

Vallado de parcela formado por muro con pilastras intermedias, de 0,6 m de altura y de 6 cm de espesor de fábrica de bloque 2CV hueco de hormigón vibrado sencillo, liso, gris, 6x25x50 cm, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. El precio no incluye el revestimiento.

	Nº MUROS	LONGITUD
MURO LATERAL DERECHO	1	215,73
MURO LATERAL IZQUIERDO	1	250,53
MURO FRONTAL	1	88,55
MURO POSTERIOR	1	120

TOTAL
674,81

674,81	29,05	19.603,23 €
--------	-------	-------------

05.02 m VALLADO DE LA PARCELA DE MALLA DE SIMPLE TORSIÓN

Vallado de parcela formado por malla de simple torsión, de 8 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 m de altura, empotrados en dados de hormigón, en pozos excavados en el terreno. Incluso accesorios para la fijación de la malla de simple torsión a los postes metálicos.

	Nº MUROS	LONGITUD
MURO LATERAL DERECHO	1	215,73
MURO LATERAL IZQUIERDO	1	250,53
MURO FRONTAL	1	88,55
MURO POSTERIOR	1	120

TOTAL
674,81

674,81	16,13	10.884,69 €
--------	-------	-------------

TOTAL CAPÍTULO 5 30.487,92 €

TOTAL MEDICIÓN 318.169,49 €

La estimación del coste de ejecución de material total asciende a la cantidad de:
TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

6. RESUMEN ESTIMACIÓN DE COSTES

Diseño y cálculo de la estructura para un edificio de uso primario.

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
1	<i>CIMENTACIÓN</i>	43.028,05 €
2	<i>ESTRUCTURA METÁLICA</i>	108.211,93 €
3	<i>CERRAMIENTO Y CUBIERTA</i>	127.184,07 €
4	<i>EVACUACIÓN AGUAS PLUVIALES</i>	10.446,80 €
5	<i>CERRAMIENTO DE LA PARCELA</i>	30.487,92 €
<i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL TOTAL</i>		318.169,49 €

La estimación del coste de ejecución de material asciende a la cantidad de: TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Güímar, 9 de julio de 2021.



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO 4: CATÁLOGOS

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor:

David Mendoza Pérez

Tutores:

Felipe Santiago Alcover Brito

Claudio Briones Barrera

Julio 2021

ÍNDICE CATÁLOGOS

1. Catálogo general ISOPAN (panel sándwich)	2
2. CanadianSolar (placa solar)	7
3. VINCA equipos industriales (puertas traseras)	9
4. Catálogo HÖRMANN (puertas delanteras)	19

LANGUAGE
ES



CATÁLOGO GENERAL

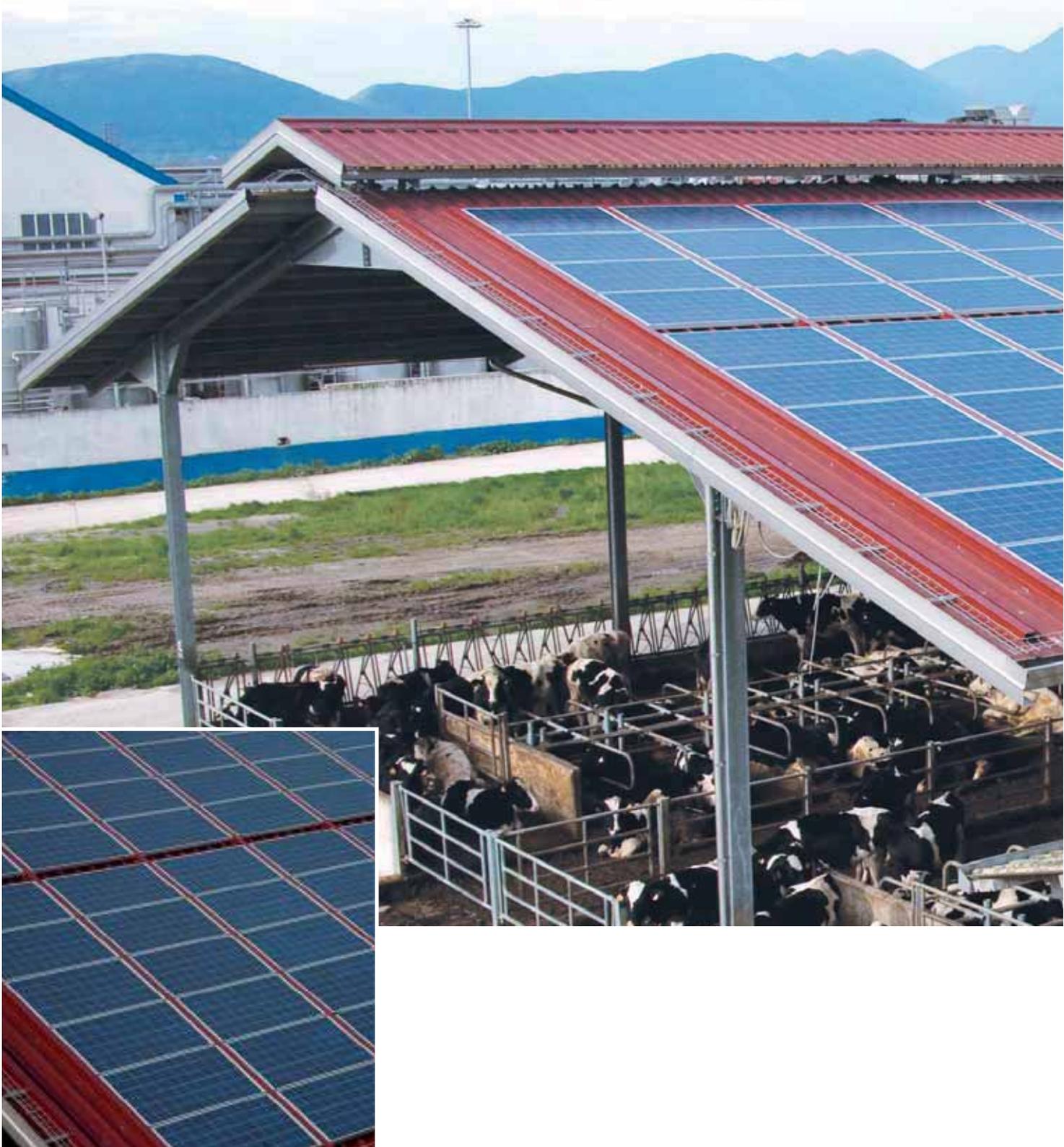
PANELES AISLANTES
PERFILES GRCADOS
PRODUCTOS ESPECIALES



ISOPAN

INSULATING DESIGN

Isofarm



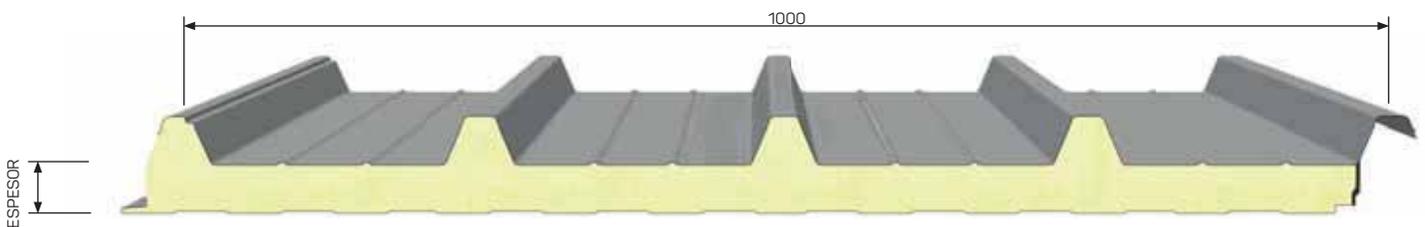


Isofarm es la nueva gama de cubierta con paneles aislantes adaptada al sector de la construcción agrícola-ganadera. Economía resistencia a los agentes agresivos, alta calidad estética, altas prestaciones de resistencia son solo algunas de las características que evidencian las múltiples soluciones a disposición de los profesionales que proyectan estructuras zootécnicas y buscan productos que puedan responder a las diversas necesidades impuestas por el sector. Isofarm es también una alternativa válida, rápida y segura que respeta el medio ambiente, para quien quiere resolver el problema de la sustitución de las cubiertas de fibrocemento.

Isocop Farm Coat



Panel de cubierta caracterizado por la presencia de una particular chapa prelacada interna particularmente resistente a la acción de agentes agresivos presentes en ambientes agro-zootécnicos.



UTILIZACIÓN

Isocop Farm Coat es un panel de doble chapa, autoportante; con aislamiento de poliuretano, con junta a unión. Para grandes vertientes longitudinales puede estar previsto el overlapping para el solape entre los paneles. El panel está constituido por 5 greclas que permiten el aumento de resistencia estática. El lado interno se caracteriza por una particular chapa prelacada resistente a las acciones de los agentes agresivos en un ambiente agrícola-ganadero.

CARACTERÍSTICAS

- **Soporte interno:** chapa prelacada resistente a las acciones de los agentes agresivos
- **Massa aislante:** poliuretano expandido
- **Soporte externo:** acero zincado prelacado (EN 10346)

VENTAJAS

- Resistencia media/alta
- Lavable
- Resistencia a los agentes agresivos
- Resistencia al moho



INSTRUCCIÓN DE USO:

En cuanto al uso de los paneles y las restricciones se remite a la ficha técnica consultable en la página web www.isopan.com en la sección fichas técnicas y a las "Recomendaciones para el montaje de las chapas grecladas y de los paneles metálicos aislados" Isopan Spa



→ ver leyenda pag. 16

SOBRECARGAS DISTANCIA ENTRE EJES

CHAPAS EN ACERO 0,4 / 0,4 mm - Apoyo 120 mm									CHAPAS EN ACERO 0,5 / 0,5 mm - Apoyo 120 mm							
CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA kg/m ²	ESPESOR NOMINAL PANEL mm								ESPESOR NOMINAL PANEL mm							
	30	40	50	60	80	100	120	150	30	40	50	60	80	100	120	150
	ENTRE EJES MAX cm								ENTRE EJES MAX cm							
80	270	290	310	340	390	440	470	500	320	350	390	420	500	570	630	730
100	250	260	280	300	350	390	440	480	295	320	360	390	450	510	580	670
120	230	245	260	280	320	360	400	460	270	300	330	360	420	480	540	620
140	210	230	255	260	290	330	370	420	235	280	315	340	390	450	500	580
160	200	220	230	255	285	310	340	390	210	260	300	320	370	420	480	550
180	185	215	220	230	270	290	320	370	185	235	280	300	355	400	450	520
200	160	200	210	220	260	270	300	340	170	210	250	290	330	380	430	500
220	140	190	200	210	230	260	280	320	150	190	230	270	320	360	410	470
250	115	170	190	200	220	240	260	300	130	170	205	240	300	340	385	445

CHAPAS EN ALUMINIO 0,6 / 0,6 mm - Apoyo 120 mm								
CARICO UNIFORM. DISTRIBUITO kg/m ²	ESPESOR NOMINAL PANEL mm							
	30	40	50	60	80	100	120	150
	ENTRE EJES MAX cm							
80	255	290	325	370	435	505	565	605
100	225	255	290	315	385	455	510	590
120	205	230	255	285	340	400	460	540
140	190	210	230	255	315	370	420	495
160	170	190	215	230	285	335	385	455
180	155	170	200	215	265	310	360	420
200	145	160	180	200	240	285	335	395
220	130	155	170	190	225	255	310	355
250	110	145	155	165	200	230	275	335

Cálculo para el dimensionamiento estático realizado según el contenido del Adjunto E de la norma EN 14509. Limite de flecha 1/200 ℓ

TOLERANCIAS DIMENSIONALES (de acuerdo con EN 14509)

DESVIACIONES mm		
Largo	L ≤ 3 m	± 5 mm
	L > 3 m	± 10 mm
Ancho útil	± 2 mm	
Espesor	D ≤ 100 mm	± 2 mm
	D > 100 mm	± 2 %
Desviación de la perpendicularidad	6 mm	
Desalineación superficie metálica interna	± 3 mm	
Acoplamiento chapas inferiores	F = 0 + 3 mm	

L=Largo, D=espesor de los paneles, F=Acoplamiento de soportes

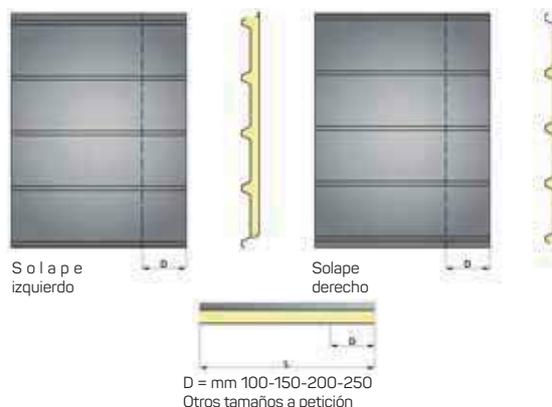
AISLAMIENTO TÉRMICO

Según la nueva norma EN 14509 A.10

U	ESPESOR NOMINAL PANEL mm							
	30	40	50	60	80	100	120	150
W/m ² K	0,71	0,54	0,44	0,37	0,28	0,22	0,19	0,15
kcal/m ² h °C	0,61	0,47	0,38	0,32	0,24	0,19	0,16	0,13

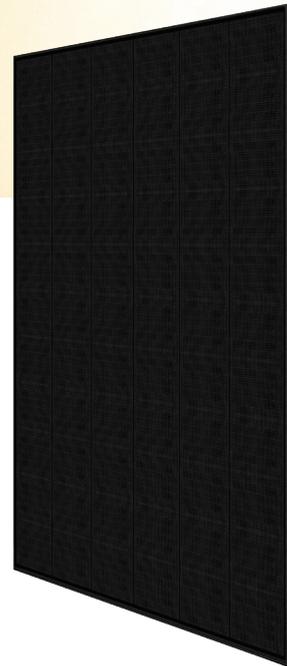
PESO DEL PANEL

ESPESOR LAMINA mm	kg/m ²	ESPESOR NOMINAL PANEL mm							
		30	40	50	60	80	100	120	150
0,5 / 0,5	kg/m ²	9,9	10,3	10,7	11,2	11,9	12,7	13,5	14,7
0,6 / 0,6	kg/m ²	11,7	12,1	12,5	12,9	13,7	14,5	15,3	16,5



Según el método de cálculo superado EN ISO 6946

K	ESPESOR NOMINAL PANEL mm							
	30	40	50	60	80	100	120	150
W/m ² K	0,55	0,44	0,36	0,31	0,25	0,20	0,17	0,15
kcal/m ² h °C	0,48	0,38	0,32	0,27	0,22	0,17	0,15	0,13



HiDM-Black

Módulo monocristalino PERC
de alta densidad ALL-BLACK

320 W ~ 340 W

CS1H-320 | 325 | 330 | 335 | 340MS

MÁS POTENCIA



Área de absorción de luz maximizada,
eficiencia del módulo de hasta un 20,2%



Bajo coeficiente de temperatura (Pmax):
-0,37%/°C



Mayor tolerancia a la sombra

MÁS CONFIABLE



Menor corriente interna,
menor temperatura de punto caliente



Minimiza el impacto de las microfisuras



Carga de nieve intensa hasta 5400 Pa,
carga de viento hasta 2400 Pa*



garantía aumentada de materiales y
mano de obra*



garantía de potencia lineal*

*Según la declaración de garantía aplicable de Canadian Solar Limited.

CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN*

ISO 9001:2015 / Sistema de gestión de calidad
ISO 14001:2015 / Normas del sistema de gestión ambiental
OHSAS 18001:2007 / Normas internacionales de salud y seguridad
ocupacional

CERTIFICADOS DEL PRODUCTO*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS
UL 1703 / IEC 61215 rendimiento: lista CEC (EE.UU.) / FSEC (Florida, EE.UU.)
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE
Take-e-way



* Ya que existen diferentes requisitos de certificación en los diferentes mercados,
comuníquese con el representante de ventas local de Canadian Solar para conocer
los certificados específicos aplicables a los productos en la región de venta.

CANADIAN SOLAR INC. se compromete a suministrar productos solares, soluciones en sistemas solares y servicios de alta calidad a los clientes de todo el mundo. Proveedor de módulos N° 1 en términos de calidad y relación precio/rendimiento según la encuesta IHS Module Customer Insight Survey. Líder en desarrollo de proyectos fotovoltaicos y fabricación de módulos solares, con más de 40 GW instalados en el mundo entero desde 2001.

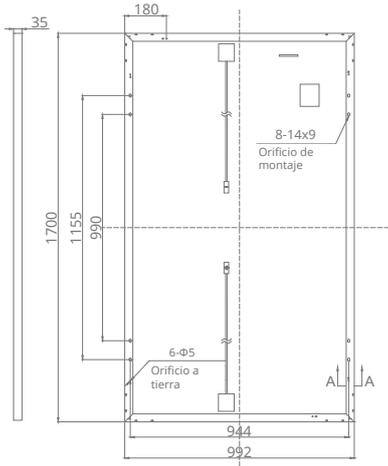
* Consulte el manual de instalación para obtener información detallada.

CANADIAN SOLAR INC.

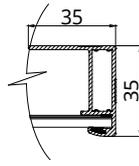
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, sales.cam@canadiansolar.com

DIAGRAMA TÉCNICO (mm)

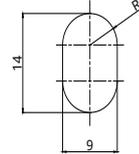
Vista trasera



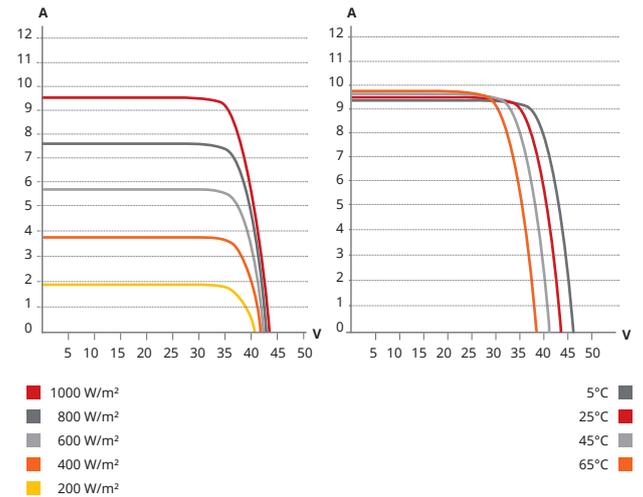
Sección transversal del marco A-A



Orificio de montaje



CS1H-330MS / CURVAS I-V



DATOS ELÉCTRICOS | STC*

CS1H	320MS	325MS	330MS	335MS	340MS
Potencia nominal máx. (Pmax)	320 W	325 W	330 W	335 W	340 W
Voltaje de operación ópt. (Vmp)	36,2 V	36,6 V	37,0 V	37,4 V	37,8 V
Corriente de operación ópt. (Imp)	8,85 A	8,88 A	8,92 A	8,96 A	9,00 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	44,0 V	44,1 V	44,2 V	44,3 V	44,5 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9,60 A	9,64 A	9,68 A	9,72 A	9,76 A
Eficiencia del módulo	19,0%	19,3%	19,6%	19,9%	20,2%
Temperatura de operación	-40°C ~ +85°C				
Voltaje máx. del sistema	1000 V (IEC/UL)				
Características ignífugas del módulo	TIPO 1 (UL 1703) o CLASE C (IEC 61730)				
Clasificación máx. de fusible en serie	16 A				
Clasificación de aplicación	Clase A				
Tolerancia de potencia	0 ~ + 10 W				

* Bajo condiciones de prueba estándar (STC) de irradiación de 1000 W/m², espectro AM 1,5 y temperatura de celda de 25°C.

DATOS ELÉCTRICOS | NMOT*

CS1H	320MS	325MS	330MS	335MS	340MS
Potencia nominal máx. (Pmax)	236 W	240 W	243 W	247 W	251 W
Voltaje de operación ópt. (Vmp)	33,4 V	33,7 V	34,1 V	34,5 V	34,8 V
Corriente de operación ópt. (Imp)	7,07 A	7,11 A	7,14 A	7,17 A	7,20 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	41,0 V	41,1 V	41,2 V	41,3 V	41,5 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	7,75 A	7,78 A	7,82 A	7,85 A	7,88 A

* Bajo temperatura de operación nominal del módulo (NMOT), irradiación de 800 W/m², espectro AM 1,5, temperatura ambiente 20°C, velocidad del viento 1 m/s.

DATOS MECÁNICOS

Especificación	Datos
Tipo de Celda	Monocristalina
Dimensiones	1700 × 992 × 35 mm (66,9 × 39,1 × 1,38 pulg.)
Peso	19,2 kg (42,3 lbs)
Cubierta delantera	Vidrio templado de 3,2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizada
Caja de conexiones	IP68, 3 diodos de derivación
Cable	4,0 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Longitud del cable (con conector)	1350 mm (53,1 pulg.)
Conector	Serie T4, H4 UTX o MC4-EVO2
Por bandeja	30 piezas
Por contenedor (40' HQ)	780 piezas

CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA

Especificación	Datos
Coeficiente de temperatura (Pmax)	-0,37%/°C
Coeficiente de temperatura (Voc)	-0,29%/°C
Coeficiente de temperatura (Isc)	0,05%/°C
Temperatura de operación nominal del módulo	44 ± 3 °C

SECCIÓN DE SOCIOS



Las especificaciones y características principales en esta ficha técnica pueden ser ligeramente distintas a nuestros productos reales debido a la constante innovación y mejora de los productos. Canadian Solar Inc. se reserva el derecho a ajustar la información aquí descrita en cualquier momento si es necesario, sin previo aviso.

Tenga en consideración que los módulos fotovoltaicos deben ser manipulados e instalados por personas calificadas y con capacitación profesional; recuerde también leer detenidamente las instrucciones de seguridad e instalación antes de usar nuestros módulos.

CANADIAN SOLAR INC

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, sales.cam@canadiansolar.com



VINCA

EQUIPOS INDUSTRIALES



Puertas Industriales

Enrollable Aluminio

71.7_puertas-especiales-enrollable-alu_es



MOD. 25EI-ALD

Descripción del producto:

Puerta enrollable, de pared doble de aluminio lacado con aislamiento interno y piezas finales de plástico robustas y resistentes al desgaste y a la corrosión para inmovilizar los perfiles. Guías galvanizadas, y resistentes a la carga del viento según DIN 1055 T4, con juntas guadoras de plástico resistentes al desgaste.

Junta de cierre en el dintel y eje enrollador de tubo de acero con imprimación según DIN 2458 con ejes soldados en ambos lados para el alojamiento de los accionamientos, los dispositivos de retención y el rodamiento.

Accionamiento:

Accionamiento directo al eje con sistema paracaídas integrado, independiente de posición y velocidad.

Alojamiento de pata pendular. Eje de tornillo sin fin enrollado, protección térmica en el devanado del motor.

Sistema de emergencia con cadena reductora hasta el suelo y tipo de protección IP 54, con certificado TÜV.

Libre de mantenimiento.

Control:

CS 300 con desarrollo especial para puertas enrollables y seccionales, adaptado de forma óptima a los requisitos exigidos en este sector, con microprocesador totalmente desarrollado, 4 salidas de relé programables con 28 funciones, limitación de fuerza integrada ajustable, ajuste de posición finales a través de emisor de valor absoluto, mensajes de estado y diagnóstico, tensión de control 24 V, tipo de protección IP 65.



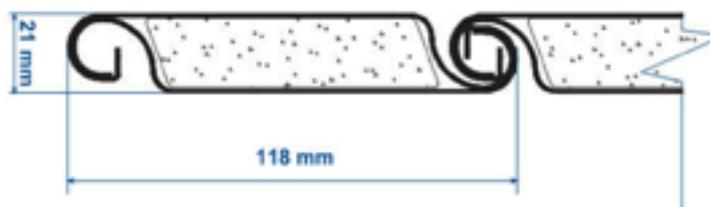
Especificaciones técnicas

Material	Banda de aluminio liso de 0.98 mm. lacado a ambas caras
Colores Standard	RAL 9010 ,RAL 9006, RAL 5010, RAL 3000
Colores Especiales	Consultar
Alto del perfil	114 mm
Peso del tejido	10 Kg/M2
Carga de viento EN 12424	<ul style="list-style-type: none">• Clase 3 hasta 7.000 mm• Clase 2 hasta 10.000 mm.
Estanqueidad al agua EN 12425	Clase 0
Aislamiento acústico EN 717-1	24 dB
Coefficiente transmisión térmica de lama	4,5 W(m ² -K)
Coefficiente transmisión térmica de puerta	5,3 W(m ² -K)

Lamas

Doble perfil de aluminio lacado de 1 mm de espesor perfilados a partir de una banda de aluminio de aleación 3003 y dureza h 47, enlazadas entre sí (cara exterior/cara interior) en forma de bisagra continua, con alma de poliestireno de densidad 25.

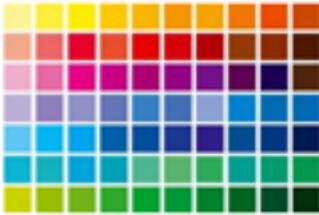
LACADO STANDRD: tratamiento standard de polyester de 19μ y 3ª según norma EN-1396. Con 5 años de garantía. Posibilidad de otros tratamientos como poliéster de muy alta durabilidad con poliamida o PVDF.



Colores

RESTO DE COLORES SEGÚN CARTA RAL.

Todos los colores de la carta Ral se suministrados con revestimientos por termolacados en polvo de poliéster con máximas garantía de adherencia e inmejorables resultados, con sello QUALICOAT clase SEASIDE



Tel: (+34) 93 635 61 20 - info@vinca.es - www.vinca.es

Enrollable Aluminio



Tel: (+34) 93 635 61 20 - info@vinca.es - www.vinca.es

Cierre superior e inferior

SUPERIOR.

Un perfil con cepillo de formados por una "U" metálica de aluminio + cepillo en polipropileno se instala en la parte superior entre la lama de la puerta y el cabecero de la pared para conseguir un perfecto aislamiento térmico y acústico, así como impedir la entrada de suciedad e insectos



INFERIOR.

La junta inferior de la puerta de perfil de caucho EPDM 60° Sh.A. resistente a las flexiones y protegida contra la congelación consigue un cierre hermético de la puerta evitando la entrada de aire y agua.

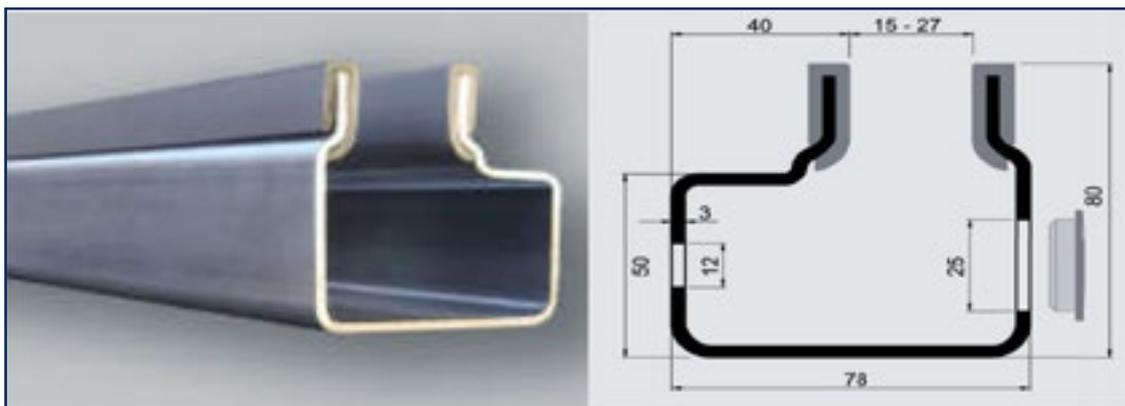
Diseñada expresamente con cámara, albergue del sistema sensor de seguridad de la puerta (banda resistiva sensible).



Carriles de guía

MODELO: RD1369

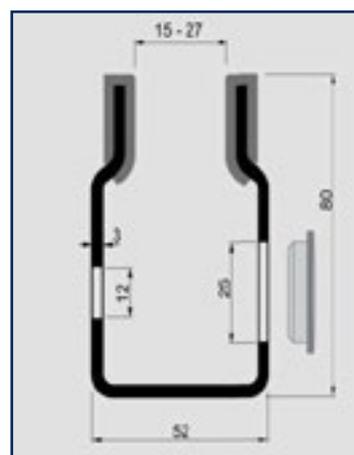
La guía RD1369 diseñada para todas las aplicaciones de puerta enrollable con óptimas prestaciones utilizable con sistemas antiviento o sin ellos. Las tiras de sellado de PVC utilizadas reducen el desgaste y mejora la suavidad del movimiento de las lamas. Existen tiras de sellado que pueden ser también con labio de sellado de PVC o cepillo, lo que garantizan un cierre más hermético de las lamas.



Material	Acero galvanizado de 3 mm.
Peso	5,8 kg/m
Distancia entre agujeros	600 mm

MODELO: RD1371

La guía RD1371 diseñada para todas las aplicaciones de puerta enrollable donde el sistema antiviento no sea necesario. Utilizada las mismas tiras de sellado que el modelo RD1369.



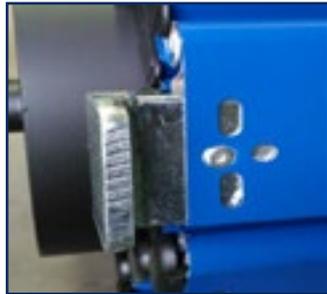
Material	Acero galvanizado de 3 mm.
Peso	4,7 kg/m
Distancia entre agujeros	600 mm

Tel: (+34) 93 635 61 20 - info@vinca.es - www.vinca.es

Soportes antivientos

Se instalan en los laterales de las lamas cuando se tiene la certeza de que las puertas van a estar sometidas a elevadas cargas de fuerza por la acción de fuertes vientos, o cuando la anchura de es superior a 4500 mm. Estos ganchos se instalan en combinación con la guía RD1369.

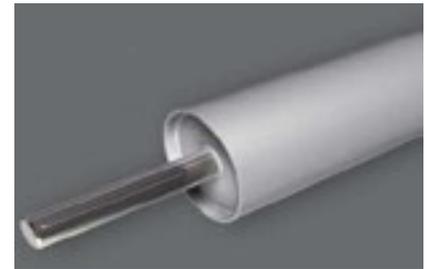
- La elección de antivientos con rodillos es aconsejable para puertas instaladas en zonas de vientos continuos donde se necesite abrir la puerta incluso soportando vientos extremos.
- Rodillos Ø 35 mm.



Tubo enrollador

El tubo enrollador se construye en acero laminado y lacado con imprimación, con ejes soldados en ambos lados para el alojamiento de los accionamientos, los dispositivos de retención y los rodamientos.

Diámetro de 133,159 o 219 mm, dependiendo de las dimensiones de puerta.



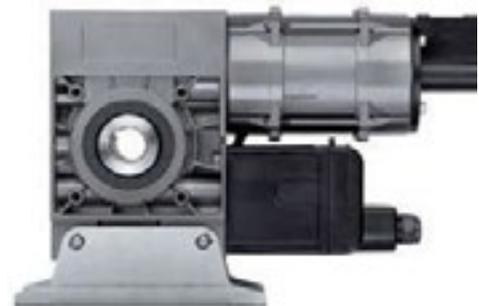
Motorizaciones

MOTOR

Accionamiento directo a eje con sistema de paracaídas integrado y protección por separación eléctrica, tensión de giro 230/ 400 V, 50 Hz, y rendimiento 60%.

Protección eléctrica IP54, protección térmica en el devanado del motor y dispositivo de emergencia con cadena para accionar desde el suelo.

- Ajuste de posición final a través de emisor de valor absoluto (Encoder) Kostal , probado para 5 millones de ciclos de movimiento
- Certificado TÜV.
- Libre de mantenimiento.
- Todas las conexiones enchufables.
- Rango de temperatura, (-20+60)°C.
- Nivel de presión acústica <-70dB(A).



Cuadro de mando CS 300

Mando con microprocesador totalmente desarrollado.

- Protección de carcasa para placa de circuito impreso.
- Entradas de cables y conexiones de bornes enchufables.
- Alimentación a 24v-dc para accesorios externos. Max. 250 mA.
- Tensión baja a prueba de cortocircuito
- Transformador conmutable de 230V/3~ a 400V/3~
- Puntos enchufables para módulo de recepción AF y reloj programador semanal
- Listón de onda de presión, regleta de contactos eléctricos, sensor óptico conectable
- Teclado iluminado con tapa
- Base de carcasa baja con bisagras de tapa integradas
- Soporte de pared premontada ajustable
- Canaleta de cables para conductores de conexión.
- Tipo de protección, IP 65
- Detección de sentido de giro
- Posición intermedia programable
- Limitación de fuerza integrada ajustable.
- Adaptación de suelo automática
- Contador de maniobras de puerta.



Cuadro de mando CS 300- FU

Opcionalmente se pueden instalar controles con variador versión FU.

El CS 310 FU es un mando automático de confort con convertidor de frecuencia integrado.

Aquí, la platina estándar CS310 se amplía con un módulo de convertidor de frecuencia, permitiendo así un control de puertas independiente de las revoluciones.

Esto no solo proporciona una dinámica óptima, sino también un funcionamiento energéticamente eficiente de la instalación de puerta.



Productos del grupo VINCA

- Puentes grúa y grúas pórtico
- Plumas giratorias
- Polipastos y cabestrantes
- Mesas y plataformas elevadoras de tijeras
- Plataformas para cargas-montacargas (PLT) 
- Rampas y muelles ajustables - automáticas 
- Rampas móviles (RMC)
- Abrigos para muebles
- Inmovilizadores de vehículos
- Equipos de seguridad en muelles
- Elevadores móviles
- Elevadores de vacío bajo gancho VACU-LIFT
- Manipuladores TROMPEX 
- Manipuladores ingravidos 
- Inversor de palets INVERTER 
- Niveladores NIVELMATIC 
- Inclinatorios INCLINATOR
- Volteadores 
- SKIPS para transvases
- Tanquetas para mover grandes cargas
- Elevadores para trabajos en altura
- Ventiladores de ambiente GRAN VOLUMEN
- Puertas flexibles , puertas rápidas , puertas frigoríficas
- Puertas seccionales
- Puertas cortafuegos
- Cancelas y cierres
- Barreras de seguridad DOK-GUARDIAN
- Material para la electrificación de equipos móviles
- Accesorios bajo gancho
- Mandos por radio
- Servicio Post-venta

 Opcional: acabado del equipo en ATEX



VINCA

EQUIPOS INDUSTRIALES

C/ Técnica, 39
 Pol. Ind. Torre Bovera
 08740 St. Andreu de la Barca
 BARCELONA
www.vinca.es



BARCELONA

Tel 93 635 61 20
 Fax 93 635 61 30
info@vinca.es

MADRID

Tel: (+34) 616 91 69 82
madrid@vinca.es

VALENCIA

Tel: (+34) 647 817 537
valencia@vinca.es

GALICIA

Tel: (+34) 648 923 832
galicia@vinca.es



Puertas seccionales industriales

Con la innovadora puerta peatonal incorporada sin umbral elevado

HÖRMANN

**El mejor aislamiento térmico
con un valor U de hasta $0,51 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$**



Naves comerciales

El tránsito de personas seguro y práctico es posible con la puerta peatonal incorporada con rotura de puente térmico sin umbral elevado



Naves comerciales y almacenes

Entrada de luz natural en la nave mediante acristalamientos opcionales



SPU F42 / SPU 67 Thermo

Puertas de paneles sándwich de acero



SPU F42

1 El panel de 42 mm de grosor relleno de espuma PU con sistema antipinzamiento es especialmente robusto y ofrece un buen aislamiento térmico. La hoja está disponible en las variantes de acabado gofrado Stucco y Micrograin.

SPU 67 Thermo

2 Con los paneles de 67 mm de grosor con rotura de puente térmico sin sistema antipinzamiento*, la puerta seccional SPU 67 Thermo alcanza el mejor aislamiento térmico. El aspecto de la hoja es idéntico a la de la puerta SPU F42 en ambas variantes de acabado.



* En el campo de medidas ofrecido, estas puertas cumplen los requisitos de la norma EN 13241

Tipo de puerta	SPU F42		SPU 67 Thermo	
	Sin puerta peatonal incorporada	Con puerta peatonal incorporada	Sin puerta peatonal incorporada	Con puerta peatonal incorporada
Medidas de la puerta				
Ancho máx. (mm)	8000	7000	10000	7000
Alto máx. (mm)	7500	7500	7500	7500

Aislamiento térmico EN 13241, anexo B EN 12428

Valor U en W/(m²·K) para una superficie de puerta de 5000 × 5000 mm

Puerta seccional cerrada con ThermoFrame	1,0	1,2	0,62	0,82
	0,94	1,2	0,51	0,75
Panel	0,50	0,50	0,33	0,33

El mejor aislamiento térmico con 2 acabados de panel

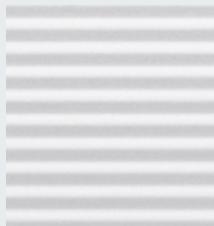
Los paneles rellenos de espuma PU son especialmente robustos y ofrecen un buen aislamiento térmico. Especialmente los paneles de 67 mm de grosor brindan un muy alto aislamiento térmico que se alcanza gracias a la óptima rotura de puente térmico entre el lado exterior y el lado interior de los paneles de acero. También reduce la condensación de agua en el lado interior de la puerta. Respecto al acabado puede elegir sin incremento de precio entre el gofrado Stucco y el acabado Micrograin. El acabado con gofrado Stucco seduce por su acanalado uniforme de 125 mm en el panel y la transición entre paneles.



Paneles con rotura de puente térmico en la puerta seccional SPU 67 Thermo



Gofrado Stucco

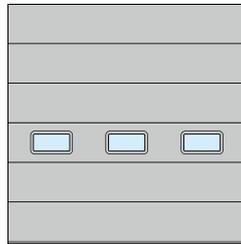


Micrograin

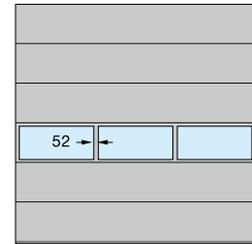
Posibles colores: página 54
Acristalamientos: página 56
Características de seguridad según EN 13241: página 65
Datos técnicos: página 90

Ejemplos de versiones de puerta

Ancho de puerta hasta 4500 mm (Ejemplo 4500 × 4500 mm)



SPU F42
Panel con ventana tipo E
Modulación uniforme de los campos

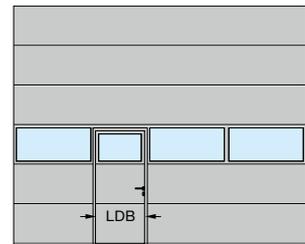


SPU F42, SPU 67 Thermo
Marco de acristalamiento de aluminio
Modulación uniforme de los campos

Ancho de puerta hasta 5500 mm (Ejemplo 5500 × 4500 mm)

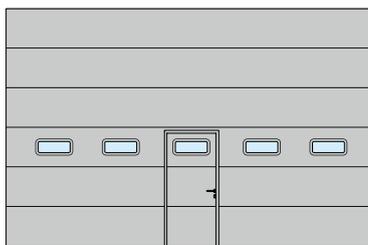


SPU F42, SPU 67 Thermo
Panel con ventana tipo D
Disposición de la puerta peatonal incorporada a la izquierda

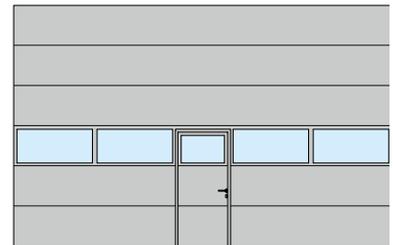


SPU F42, SPU 67 Thermo
Marco de acristalamiento de aluminio
Disposición de la puerta peatonal incorporada a la izquierda

Ancho de puerta superior a 5500 mm (Ejemplo 7000 × 4500 mm)



SPU F42, SPU 67 Thermo
Panel con ventana tipo A
Disposición central de la puerta peatonal incorporada



SPU F42, SPU 67 Thermo
Marco de acristalamiento de aluminio
Disposición central de la puerta peatonal incorporada

Ancho de luz de paso libre (LDB)
SPU F42: 940 mm
SPU 67 Thermo: 905 mm

La puerta SPU F42 Plus está disponible bajo consulta en los mismos modelos y acabados que las puertas seccionales de garaje de Hörmann.



Encontrará más información en el catálogo de puertas seccionales de garaje.

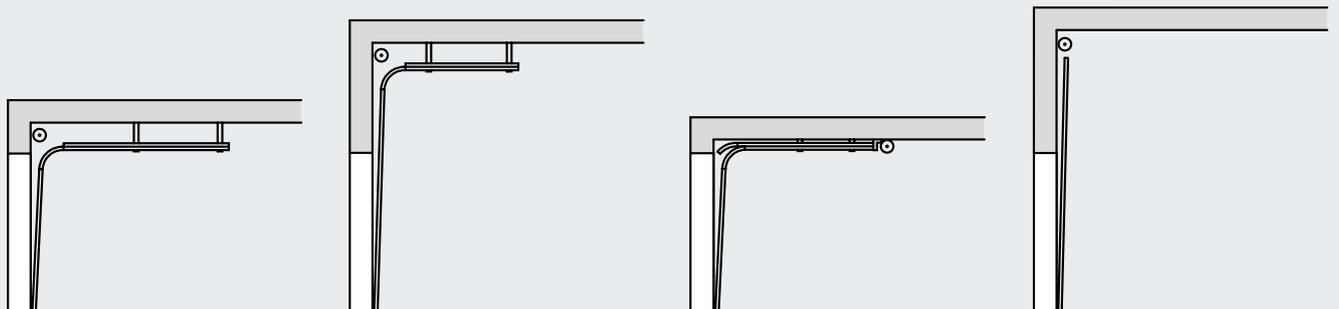
Ejemplos de variantes de guías

Planificación segura en edificios antiguos y nuevos



Tipo de guía a medida para su nave

No importa qué tipo de puerta desee para su nave: en Hörmann encontrará siempre el tipo de guía adecuado para su puerta. En función de la arquitectura de la nave y de los requisitos están disponibles guías horizontales, guías con muelle trasero, guías elevadas o guías con inclinación.

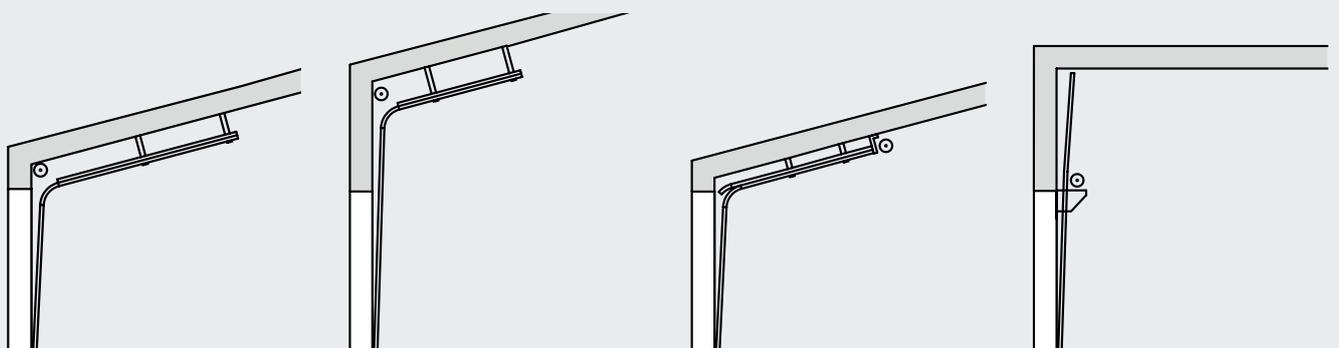


Tipo de guías N
Guías horizontales

Tipo de guías H
Guías elevadas

Tipo de guías L*
Guías con muelle trasero

Guías V
Guías verticales



Guías ND
con inclinación

Guías HD
con inclinación

Guías LD*
con inclinación

Guías VU
con eje de muelles inferior

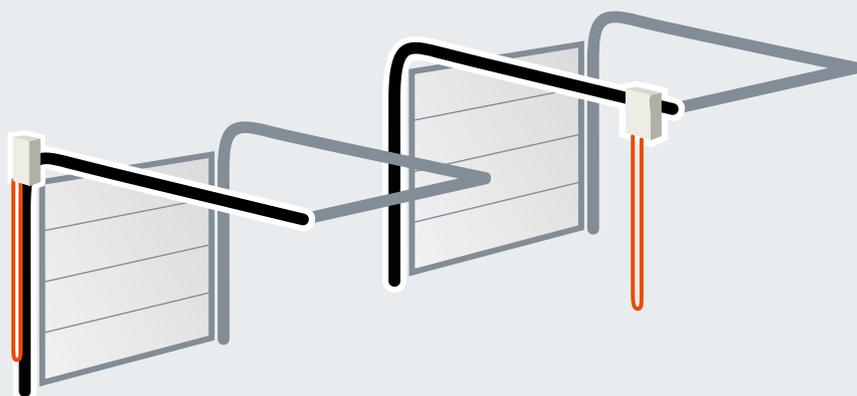
En la Guía técnica actual encontrará todas las variantes de guías disponibles.

* No para puerta seccional de 67 mm de grosor



Guías con muelle trasero

El automatismo y la cadena se encuentran directamente en la puerta. Así, ninguna cadena cuelga en el centro del espacio. ¡Vale la pena comparar!



Disposición óptima en Hörmann

Disposición inapropiada en la competencia

La mejor prueba de calidad: Técnica perfeccionada hasta el detalle

1 Movimiento de la puerta silencioso

Los soportes de rodillos de las bisagras de acero galvanizado con ruedas de material sintético ajustables montadas sobre rodamientos, garantizan un movimiento preciso y silencioso.

Mantenimiento especialmente sencillo

En caso de un daño por colisión en la zona del cerco, los **carriles-guía atornillados** pueden sustituirse fácilmente y de manera económica.

2 Soporte de rodillos plegable galvanizado

Dado que el soporte de rodillos se puede plegar, el alto de dintel se reduce y se evita que el panel superior se doble por encima de la puerta cuando esta está abierta.

3 Uniones a prueba de arrancamiento

Las estables bisagras centrales de acero galvanizado unen los paneles con gran exactitud. Los perfiles del borde de los paneles están diseñados de tal manera que los tornillos se introducen de forma segura contra el arrancamiento varias veces a través de la chapa.

4 Remate superior del cerco con consola de conexión

Las posiciones fijas de la consola del eje de muelles facilitan el montaje de todo el eje de muelles.

Conexión del eje de muelles con el tambor de cable

Una unión fundida segura en lugar de un muelle de ajuste separado aumenta la seguridad funcional y, además, es más sencilla de montar. El eje está galvanizado y los muelles están imprimados.

Acoplamiento de ejes flexible

Las diferencias de alineación mínimas se nivelan gracias a la flexibilidad del acoplamiento de ejes.

5 Suspensión prefabricada

La suspensión del techo de los carriles-guía se realiza con fijaciones especiales de acero galvanizado con agujeros oblongos. Estos son prefabricados en la mayor medida posible para cada situación de montaje.



Características de seguridad según la norma europea 13241



Las puertas deben cumplir los requerimientos de seguridad de la norma europea 13241. ¡Pida a otros fabricantes que se lo confirmen!

En Hörmann ya se han verificado y certificado:

Seguridad contra caída

6 Conducción segura de la puerta

Las ruedas son guiadas con precisión en los **carriles-guía de seguridad** desarrollados por Hörmann. Por esta razón, la hoja no puede salirse de las guías, ni en la fase de desviación ni cuando está colocada en la zona del techo.

7 Compensación del peso óptima

El conjunto de muelles de torsión con eje de muelles ranurado asegura la compensación óptima del peso. De este modo, la puerta se mueve con facilidad en cualquier fase de las maniobras de apertura y cierre.

8 Sistema paracaídas (según el equipamiento)

Un dispositivo de trinquete integrado en el material de soporte y dependiente de la carga, protege contra rotura de cable y muelle. **Patente europea**

9 Protección contra rotura de muelle (según el equipamiento)

Detiene el eje de muelle de torsión en caso de rotura de muelle y mantiene la puerta de forma segura en su posición. **Patente europea**

Sistema antipinzamiento

10 Sistema antipinzamiento

Gracias a la forma especial de los paneles, en las puertas de 42 mm de grosor no existen puntos de presión ni en el exterior ni el interior.

11 Guía de cable interior

Los cables de suspensión están en el interior entre la hoja y el cerco. Sin elementos salientes. Esto excluye la posibilidad de lesiones. En puertas con guías horizontales con muelle trasero, el medio de soporte consiste en cadena de soporte / cable de soporte.

12 Protección contra aprehensión lateral

Los cercos laterales están totalmente cerrados. Desde abajo hasta arriba. Esta protección lateral es especialmente segura.

13 Protección contra accidentes

En los automatismos WA 400 e ITO 400, los sensores supervisan el borde inferior de la puerta y hacen que en caso de peligro se detenga e invierta el sentido de movimiento. Lo mismo provoca la limitación de fuerza en los automatismos WA 300 y SupraMatic HT. Una célula fotoeléctrica antepuesta o una rejilla fotoeléctrica garantiza un control especialmente seguro del canto de cierre de la puerta (encontrará más información en la página 70). Los obstáculos son detectados antes de una colisión con la puerta.

Puertas de accionamiento manual

De serie con cuerda de mano o barra de tracción

Posibilidades de manejo opcionales:



Opcional: tracción manual con cuerda o cadena y polea

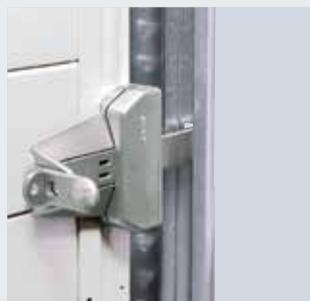


Opcional: Cadena de tracción manual



Opcional: Tensor de cadena para accionamiento más sencillo

Bloqueo seguro de serie



Cerrojo

El cerrojo puede asegurarse mediante un candado colocado por el cliente como cierre de seguridad nocturno.



Solo de Hörmann

Pestillo

Este cierre de puerta bloquea la puerta automáticamente mediante un pestillo automático. Bajo consulta está disponible asimismo para puertas con guías VU y HU (con eje de muelles inferior).



Solo de Hörmann

Patente europea

Bloqueo inferior

Este práctico bloqueo para puertas de uso frecuente permite desbloquearlas cómodamente con el pie. El cierre enclava de forma audible al cerrar la puerta.