



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER
**CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE
CUADRAS CON ALMACÉN**

Autor: Santiago Núñez Riva
Director: Carlos Fuertes Kronberg

Madrid
Julio de 2021

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
“CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN”
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico **2020/2021**. es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de
otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Santiago Núñez Riva

Fecha: 14/ 07/ 2021

Autorizada la entrega del proyecto
EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Carlos Fuertes Kronberg

Fecha: 14/ 07/ 2021



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER
**CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE
CUADRAS CON ALMACEN**

Autor: Santiago Núñez Riva
Director: Carlos Fuertes Kronberg

Madrid
Julio de 2021

RESUMEN DEL PROYECTO

1. OBJETO Y MOTIVACIÓN

El objeto de este proyecto es la ampliación de unas cuadras en una explotación ganadera en Asturias, estableciendo las condiciones técnicas y legales a las que deberán ajustarse las estructuras para poder llevar a cabo este proyecto.

La motivación de este es la necesidad de aumentar el espacio disponible para estabulación de caballos debido al aumento de la producción en este año y el siguiente.

2. OBJETIVOS

En este proyecto se calculará la estructura de la parte a ampliar. Se dimensionará el circuito eléctrico correspondiente y se estudiará la posibilidad de instalar placas fotovoltaicas. Para todo ello se deberá tener en cuenta que la estructura tendrá tres espacios de diferente utilidad. En la planta inferior es donde se encontrarán las cuadras y las dependencias correspondientes a los cuidados de los caballos, como: guadarnés, piensera y duchas. Sobre esta misma planta, en la planta superior el espacio estará dividido en dos utilidades una de almacén de forraje y paja para la cuadra y una parte habitable con los cuartos unipersonales y una sala de estar en la que también estará la cocina.

Asimismo, especificaremos las estructuras a utilizar para que la estética coincida con las de las estructuras colindantes.

Para todo ello, y como objetivos paralelos a la propia realización del proyecto:

- se ampliarán los posibles conocimientos en la interpretación de planos de arquitectura y obra civil;
- se introducirán nociones de legislación relativas a este entorno de trabajo, así como del alcance económico de las instalaciones;
- se manejarán programas de diseño gráfico asistido, como el AUTOCAD.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO Y RECURSOS A UTILIZAR

Mediante el apoyo de hojas de cálculo, y de software especializado se realizarán los cálculos de las cargas y se dimensionará la estructura.

En primer lugar, se partirá de los datos de donde se va a situar la estructura y las condiciones de contorno.

Conociendo las cargas estáticas y de uso de la estructura se procederá a hacer un calculo aproximado. Por último, se calcularán:

- las dimensiones de los elementos a utilizar;
- habrá que ver si la cimentación actual puede soportar la estructura nueva;

Por último, como presentación del propio proyecto:

→ se elaborarán los Planos de las Estructuras

Como se indicó anteriormente, los recursos a utilizar serán:

- programas de diseño asistido por ordenador, como el AUTOCAD;
- programas de calculo de estructuras asistido por ordenador, como el CYPE;
- hojas de cálculo del paquete MS Excel;

4. CONCLUSIONES

En el proceso de realización de este proyecto se ha aprendido a usar con soltura herramientas de calculo como Microsoft Excel, herramientas de calculo de estructuras CYPE y diseño como AUTOCAD.

También se ha aprendido a enfocar los requisitos del cliente, siempre teniendo en cuenta que en un proyecto de la libertad de elección de este no podría considerarse que hubiese solo una propuesta correcta.

SUMMARY OF THE PROJECT

1. PURPOSE AND MOTIVATION

The purpose of this project is the expansion of a few blocks in a cattle farm in Asturias, establishing the technical and legal conditions to which the structures must comply in order to carry out this project.

The motivation for this is the need to increase the space available for stabling horses due to the increase in production this year and the next.

2. OBJECTIVES

In this project the structure of the part to be enlarged will be calculated. The corresponding electrical circuit will be dimensioned and the possibility of installing photovoltaic panels will be studied. For all this, it must be taken into account that the structure will have three spaces of different utility. On the lower floor is where the stables and the rooms corresponding to the care of the horses will be found, such as: guarnés, thinker and showers. On this same floor, on the upper floor, the space will be divided into two utilities, one for the forage and straw warehouse for the stable and a habitable part with the one-person rooms and a living room where the kitchen will also be.

Likewise, we will specify the structures to be used so that the aesthetics coincide with those of the neighboring structures.

For all this, and as objectives parallel to the realization of the project:

- Possible knowledge in the interpretation of architectural plans and civil works will be expanded;
- Notions of legislation relating to this work environment will be introduced, as well as the economic scope of the facilities;
- aided graphic design programs will be handled, such as AUTOCAD.

3. WORK METHODOLOGY AND RESOURCES TO USE

Through the support of spreadsheets and specialized software, load calculations will be carried out and the structure will be dimensioned.

In the first place, we will start from the data of where the structure and the boundary conditions are going to be located.

Knowing the static and use loads of the structure, an approximate calculation will be made. Finally, the following will be calculated:

- The dimensions of the elements being used
- it will be necessary to see if the current foundation can support the new structure;

Finally, as a presentation of the project itself:

→ The blueprints of the Structures will be elaborated

As indicated above, the resources to use will be:

- Design software such as AUTOCAD;
- Software to calculate the structure neededl CYPE;
- Spread and calculus sheets like Excel;

4. CONCLUSIONS

In the process of carrying out this project, we have learned to use calculation tools such as Microsoft Excel, CYPE structure calculation tools and design such as AUTOCAD with ease.

You have also learned to focus on what the client wants, even though there might be a better solution economically, aesthetically or of other type.

MEMORIA

INDICE

1	OBJETO DEL TRABAJO.....	15
2	INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.....	16
2.1	Antecedentes	16
2.2	Motivación	18
2.3	Justificación.....	18
3	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	20
4	NORMATIVA	22
4.1	Normativa técnica	22
4.2	Normativa urbanística	22
5	REQUISITOS DE DISEÑO	23
5.1	Requisitos urbanísticos	23
5.2	Requisitos Constructivos.....	23
6	POSIBLES SOLUCIONES	25
7	DESCRIPCIÓN PREVIA DEL PROYECTO.....	26
7.1	Descripción general de la Nave	26
7.2	Usos previstos de la Nave	26
7.3	Descripción del Terreno	26
7.4	Accesos	26
8	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	28
8.1	Acondicionamiento del terreno.....	28
8.2	Cimentaciones.....	28
8.3	Estructura Metálica	32
8.3.1	Acciones	33
8.3.2	Pórticos	37
8.3.3	Correas	38
8.3.4	Uniones	38
8.3.5	Especificaciones	39
8.4	Materiales.....	41
8.5	Cerramientos.....	43
8.5.1	Cerramiento de fachada	43
8.5.2	Cerramiento de Cubierta	43
8.6	Instalaciones Pluviales	44
8.7	Cuadras.....	45
8.8	Instalaciones Fotovoltaicas	46
8.8.1	Análisis económico.....	50
9.	Conclusiones.....	53
9.1-	Estructura de acero	53

9.2-	Instalación fotovoltaica	54
------	--------------------------------	----

1 OBJETO DEL TRABAJO

El presente trabajo corresponde al trabajo fin de máster del alumno Santiago Núñez Riva, de la Universidad Pontificia Comillas, matriculado en el máster de Ingeniería Industrial.

El objeto del trabajo fin de máster es el diseño y cálculo estructural de una nave destinada al uso de cuadras. Dicha nave se construye contigua a un picadero ya existente, y a otras edificaciones de estabulación. La nave tendrá dos plantas con una superficie construida en cada planta de 265 metros cuadrados y se encuentra en la localidad de Luanco (Asturias).

Por otro lado, también se quiere estudiar la viabilidad de una posible instalación fotovoltaica de autoconsumo en la cubierta de dicha instalación. Este estudio será orientativo para decidir si en una fase posterior se quisiese profundizar y hacer un presupuesto exhaustivo.

2 INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

2.1 Antecedentes

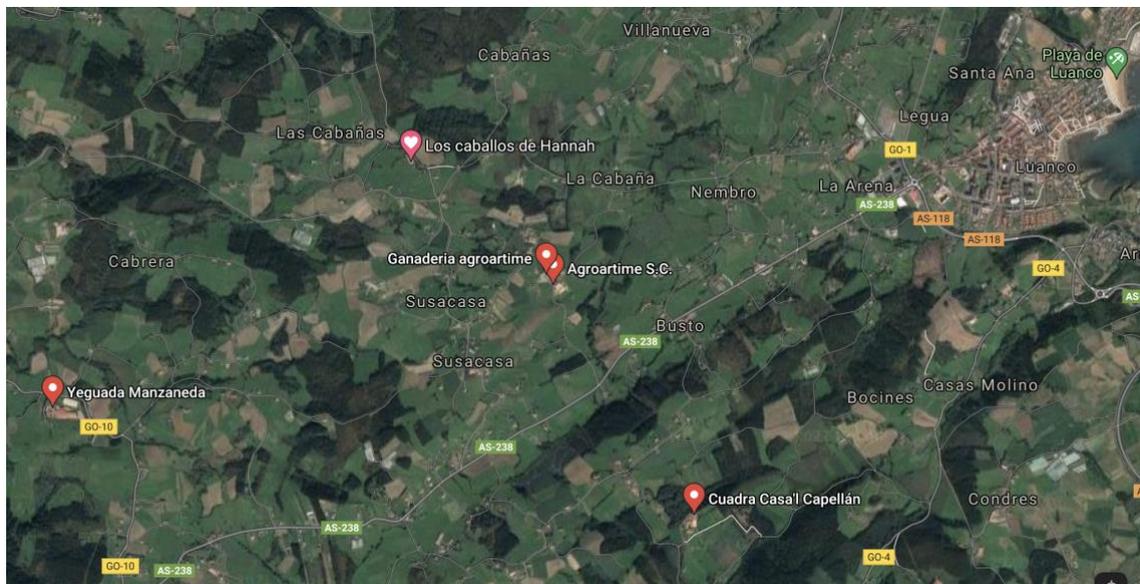
La explotación agrícola de la empresa Campos de Nembro S.L. se encuentra ubicada en la localidad de Luanco (Asturias), fue constituida en 2003, con una actividad principalmente agrícola de ganadería de reproducción equina. En el año 2004 se realiza el proyecto de las cuadras y el picadero adyacentes a la nueva construcción de la nave que atañe al presente proyecto. En la imagen 2.1 se muestran dichas edificaciones.



Debido al incremento de la producción de la cría se necesita aumentar el número de cuadras para poder hacer frente al incremento de caballos estabulados. Para una mejor organización de las nuevas cuadras se tendrán en cuenta los errores cometidos en anteriores construcciones y se intentarán subsanar, al ser una única nave se puede tener

toda la instalación bajo control más fácilmente y los trayectos entre las diferentes dependencias están optimizados para reducir al máximo la pérdida de tiempo. Además, se tendrá en cuenta la proximidad del picadero y de las otras cuadras para integrar la nueva construcción a las ya existentes. Se aumentará en 10 el número de boxes por lo que será un incremento de un 41,67% de la capacidad actual

El edificio se situará en la localidad de Nembro, en el concejo de gozón, en El Principado de Asturias. Esta zona es conocida por tener varias explotaciones agrícolas de este tipo como pueden ser Agroartime, Manzaneda y la yeguada Fombona.



Por otro lado, también se quiere estudiar la posibilidad de reducir el coste de la factura eléctrica en la explotación y se estudiará el uso de la nueva nave, en concreto la cubierta para la colocación de una serie de paneles fotovoltaicos para autoconsumo. Adicionalmente habrá que tener en cuenta las tecnologías actuales que puedan dar soluciones al problema presente y los posibles inconvenientes futuros.

2.2 Motivación

La motivación para la realización del trabajo fin de Master, es completar la titulación del grado de ingeniería electromecánica y la obtención del título de máster en Ingeniería Industrial.

La elección de este trabajo fin de máster el cual consiste en la construcción de una nave para uso agrícola se debe a dos motivos fundamentales.

1. A la experiencia en el mundo ecuestre por parte del alumno
2. Para conocer la viabilidad del proyecto.

A su vez con la realización del proyecto se quiere poner de manifiesto los conocimientos adquiridos durante la realización del master haciendo especial hincapié en las asignaturas de Construcciones Industriales e Instalaciones eléctricas. También se utilizarán conocimientos adquiridos durante el grado. La realización del trabajo fin de máster se realiza con Carlos Fuertes Kronberg profesor de construcciones industriales en ICAI.

Adicionalmente queremos profundizar expandir nuestro conocimiento en la reglamentación existente como el uso de softwares de calculo de estructuras (CYPE) y creación de planos (AutoCAD).

2.3 Justificación

El documento corresponde al trabajo final de Máster, el Master en Ingeniería Industrial, por tanto, consiste en un paso necesario para conseguir las competencias correspondientes a un ingeniero superior.

El proyecto se basa en una edificación real que ha sido pedida por la empresa Campos de Nembro SL que considera necesario ampliar las edificaciones existentes para poder hacer frente a la producción esperada durante los próximos años. Actualmente se tiene una producción de unos 5 potros nacidos al año, que, pasados los 3 primeros años, lo normal es que permanezcan los 2 o 3 mejores siendo vendidos el resto. En los próximos

años se espera duplicar esta producción por lo que cuando los caballos estén en edad de empezarse a montar habrá el doble que entren a un régimen de trabajo. Como es evidente la edificación proyectada se realizará de acuerdo con la normativa vigente y teniendo en cuenta las exigencias y necesidades del cliente. Enumerándolas brevemente son: buena disposición de la planta de las cuadras para optimizar procesos realizados a diario y dar apoyo logístico en cuanto al almacenamiento de consumibles para el resto de las edificaciones. El objetivo del trabajo fin de máster será calcular la estructura de la nave y hacer un estudio de viabilidad correspondiente a la instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo que se situarán en la cubierta de dicha nave, y que se adapte a las funciones esperadas por el cliente.

Adicionalmente se propondrá un estudio de la instalación de un sistema de placas fotovoltaicas de autoconsumo con su correspondiente centro de almacenaje de energía y transformación para uso o venta a la red. Estos requisitos tendrán que ser estudiados de acuerdo con la normativa vigente para adecuar la propuesta que se le presentará al cliente. También se tendrá en cuenta para evitar penalizaciones o multas debido a una instalación incorrecta. Para los temas de índole administrativa se contará con la ayuda y consejo de empresas expertas en el sector.

3 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La finca donde se llevará a cabo la construcción de la nave se sitúa en la comunidad autónoma del Principado de Asturias, que ya tiene unas construcciones previas de uso agrícola.

La explotación agrícola se encuentra en el concejo de Gozón, en la localidad de Santa Eulalia de Nembro.



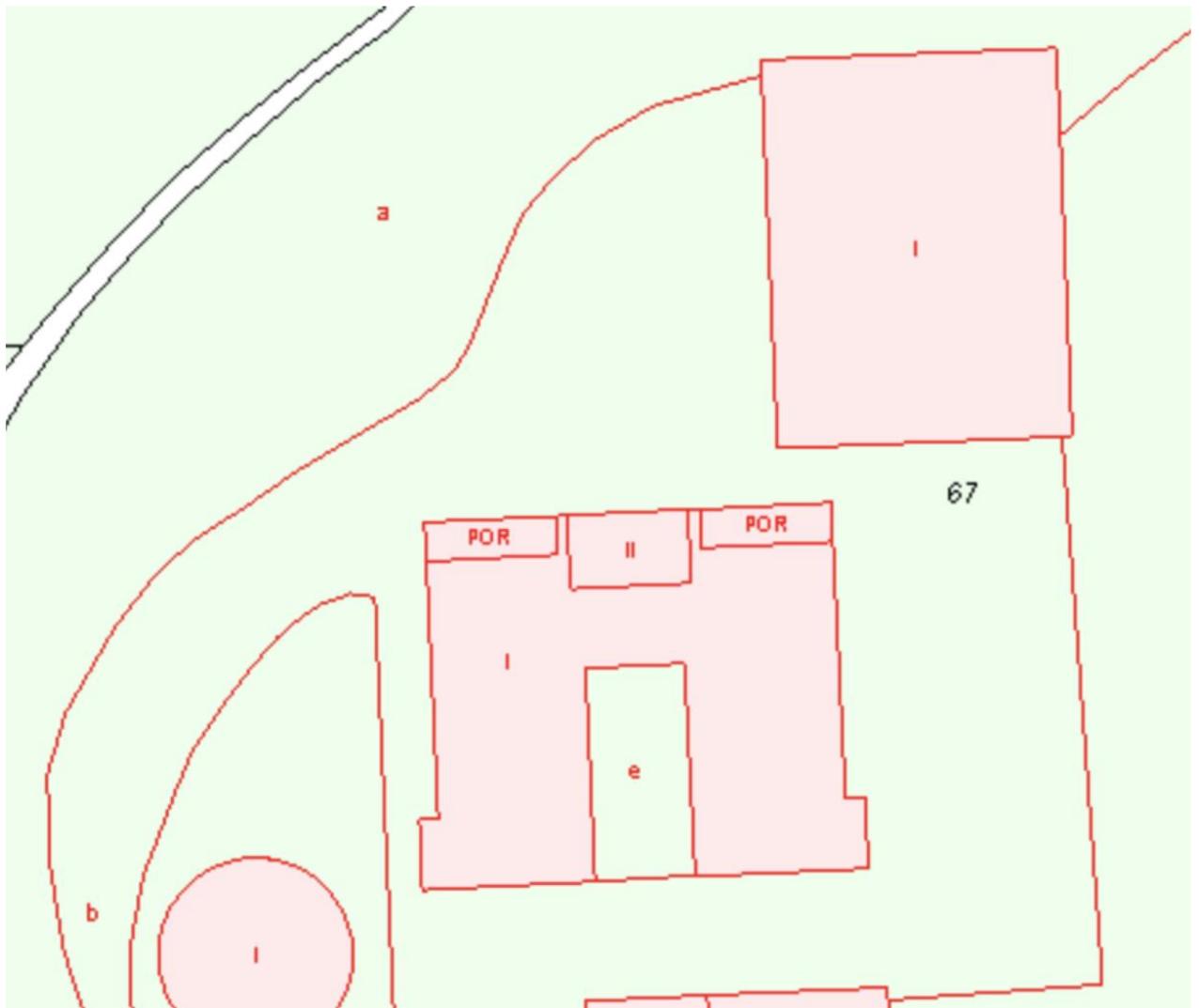


Imagen del catastro

4 NORMATIVA

La normativa considerada a la hora de llevar a cabo este proyecto es la normativa vigente en España y es de obligado cumplimiento en la mayoría de los casos. Esta normativa es la siguiente:

- Código Técnico de Edificación
- Boletín Oficial del Principado de Asturias (núm. 155 de 6-VII-2015)

4.1 Normativa técnica

El Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, aprobó el "Código Técnico de la Edificación" (CTE) y posteriores modificaciones, y estableció los requisitos básicos para los edificios y sus instalaciones. El CTE está dividido en dos partes diferenciadas: la primera parte detalla todos los requisitos para la construcción de un edificio y la segunda parte consta de todos los documentos básicos. En este TFM se utilizan los siguientes documentos básicos:

- CTE-DB-SE-AE_09 Acciones en la edificación

4.2 Normativa urbanística

- Boletín Oficial del Principado de Asturias (núm. 155 de 6-VII-2015)

5 REQUISITOS DE DISEÑO

5.1 Requisitos urbanísticos

Los requisitos urbanísticos irán determinados por el Código Urbanístico vigente en el concejo de Gozón, este viene dado por el Boletín Oficial del Principado de Asturias (núm. 155 de 6-VII-2015). La construcción para realizar en este TFM se encuentra en suelo urbanizable debido a que se construirá en un área de la finca en la que ya se construyó anteriormente.

Tal y como se ha resaltado anteriormente, la propiedad del terreno es de CAMPOS DE NEMBRO S.L. y la superficie a construir de la nave es 265 m².

5.2 Requisitos Constructivos

El primer requisito constructivo será el de una buena integración con el edificio colindante y el de una buena circulación de aire. Por razones estéticas el acabado final tendrá el mismo color que las cuadras colindantes ya que el picadero carece de pintura. Por otra parte, la colocación de las puertas tendrá en cuenta la distribución de accesos de los edificios colindantes.

La nave tendrá una altura de 7,2 metros de cumbre. Estará dividida en dos plantas la inferior tendrá una altura de 3,5 metros para poder entrar montado a caballo. Esta planta será prácticamente diáfana y las divisiones para los 10 u 11 boxes se realizará modularmente con paredes y puertas proporcionadas por una empresa de calidad como Rower&rüb. También deberá de contar con unos aseos que tendrá una ducha y unas dependencias para guardar el pienso compuesto (piensera), y otra para guardar monturas cabezadas y demás pertrechos de los caballos (guadarnés).

La planta superior será completamente diáfana y tendrá su correspondiente cuadro eléctrico y bajantes por si se requiriese la construcción de 2 habitaciones en su parte mas oriental. Por lo demás sería un espacio muy simple. Tendría una apertura para poder introducir la carga a almacenar y una trampilla en el suelo para poder bajar la paja o el heno que se necesitase a la planta baja.

Respecto a la cimentación, se tendrá que picar el asfalto y más adelante, realizar una cimentación adecuada para la nave.

Por último, la cubierta solo tendrá acceso para mantenimiento teniendo la categoría G1. Las placas solares irán sobre las correas superiores por lo que el cerramiento de la cubierta y las tejas no soportarán dicha carga

6 POSIBLES SOLUCIONES

Decididas finalmente los requisitos que tiene que reunir la nave a construir, así como sus condiciones legales y necesidades de uso, se comenzó a realizar el proyecto. Al se una nave de pórticos para la optimización del espacio se planteo y se calculo una estructura de dos plantas con uso de almacenaje en la planta superior.

En una primera aproximación se planteo tener columnas en medio de la nave para una mejor distribución de pesos, pero se optó por un espacio abierto que mejore la circulación de aire en el interior.

También se requirió tener en cuenta la altura ya que será una nave para cuadra y tendrá la altura necesaria para que los caballos estén seguros. Diferentes expertos del sector indican que una altura interior adecuada es de 3 metros y medio.

7 DESCRIPCIÓN PREVIA DEL PROYECTO

7.1 Descripción general de la Nave

Consiste en la construcción de una nave de dos plantas. Con 8 pórticos que llevarán a su vez unos pórticos en la parte superior. Los pórticos proyectados tendrán una luz de 7,5 metros y los pilares una altura de 3,5 metros. La separación entre los pórticos será de 5,163 metros. La altura total de los dos pórticos uno encima de otro es de 7,2 metros. Las dimensiones de la nave se pueden ver con mas de talle en el anexo de planos.

7.2 Usos previstos de la Nave

El uso de la nave principalmente será de uso para cuadras y la planta superior será un espacio diáfano modulable para crear habitaciones para los trabajadores o almacenaje de forraje. Se deberá acoger a la normativa vigente que regula la actividad de las cuadras colindantes.

7.3 Descripción del Terreno

La empresa CAMPOS DE NEMBRO es propietaria total del terreno en el que se va a edificar y se encargó un estudio del terreno cuando se realizó la construcción del picadero y de las cuadras colindantes. Cuando se ha consultado a la constructora que realizo el anterior proyecto se nos ha comunicado que no habría problema para la realización del proyecto que nos ocupa.

7.4 Accesos

El edificio no es público, esto quiere decir que las personas que tengan acceso a el sabrán manejarse en una explotación ganadera o serán supervisados directamente por alguien con conocimientos del sector.

Sin embargo, se tendrá en cuenta maximizar la versatilidad de la nave. Por tanto, tendrá varios accesos. Se mostrarán los accesos de las naves adyacentes para poder hacerse una idea.

- Dos accesos en los extremos de la nave, por los que pueden acceder caballos.



- Uno de estos accesos deberá ser mas amplio para en el caso de ser necesario que entre un tractor pequeño, que sea posible. Las medidas mínimas de dicho accesos serán de una anchura de 2 metros y medio y de 3 metros y medio de alto.
- Para la planta superior habrá dos accesos peatonales en forma de escalera en ambos extremos. Idealmente cada uno de estos accesos comunicará con las dos partes de diferente uso de la planta superior. La de almacenaje y la vivienda.
- Por otro lado, de manera opcional se planteará una puerta desde el exterior a la segunda planta para un acceso más conveniente del material a almacenar, que será en su mayoría forraje.

Mas adelante se especificará el tipo de puertas y su composición.

8 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.1 Acondicionamiento del terreno

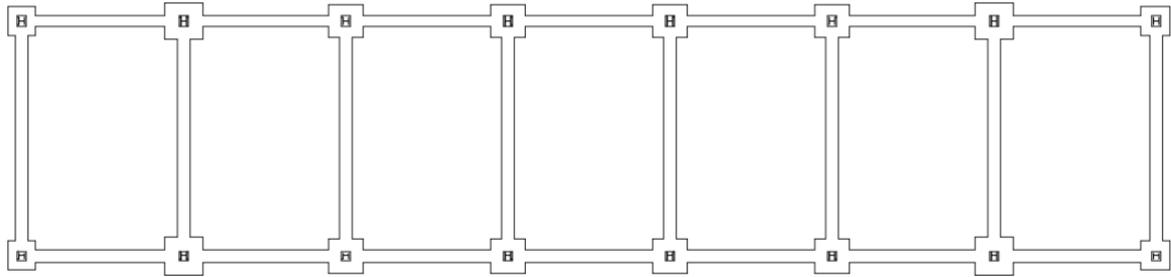
El terreno en el que se decidió construir la nave del proyecto es el terreno agrícola descrito anteriormente. Según la investigación geotécnica mencionada anteriormente, el suelo es de arcilla limosa, que se considera beneficiosa para la cimentación y posterior construcción según normativa. Como indica el código técnico realizaremos un estudio C-0, correspondiente a, Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m² . Por otro lado como se realizará al lado de una construcción ya realizada hace menos de 25 años consideraremos que el tipo de terreno es T1. Por ello necesitaremos realizar como mucho 3 ensayos con una separación máxima de 35 metros y una profundidad aproximada de 6 metros.

En primer lugar, CAMPOS DE NEMBRO SL realizó la nivelación preliminar del terreno al inicio del proyecto anterior, por lo que no es necesario limpiar ni vaciar el terreno, ya que actualmente se encuentra con una capa de asfalto. Lo que si se tendrá que realizar será picar dicho asfalto para poder realizar la cimentación que aguante los pilares.

Si es necesario excavar zanjas, pozos y alcantarillas, se construirán cimientos en estos lugares, y donde se colocarán vigas de amarre y vigas de centrado, este tipo de trabajos formarán parte de la parte dedicada a los cimientos.

8.2 Cimentaciones

Se ha implementado la parte básica, teniendo en cuenta el Documento Básico de Seguridad de Estructuras Básicas (DB SE-C) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el documento "Directiva de Hormigón Estructural" (EHE-08).



Como se explica en el apartado de Investigación Geotécnica, el terreno sobre el que se construyen la nave agrícola es básicamente arcillo limoso, lo que se considera beneficioso para la cimentación según normativa. Luego, debido a que el terreno era firme y consistente, se decidió utilizar cimientos independientes para realizar los cimientos, los cuales se conectaron mediante vigas de atado adecuadas.

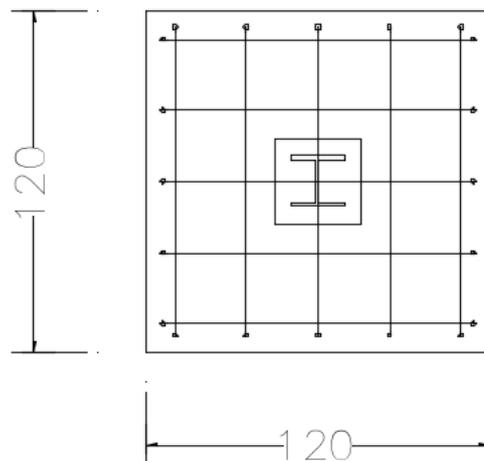
Los cimientos serán de hormigón armado, el tipo de hormigón utilizado es HA -25 / P / 30 / IIa y el tipo de acero utilizado es B 400 S ($Y_s = 1,15$). Teniendo en cuenta las recomendaciones presentes en la normativa y comprobando si cumple con todos los estados restrictivos exigidos, se eligió este tipo de hormigón. El cemento a utilizar será del tipo CEM II / A, por ser el recomendado considerando el nivel de exposición IIa, que corresponde a la corrosión de las barras de acero de fuentes distintas al cloruro, y también se recomienda para el hormigón armado.

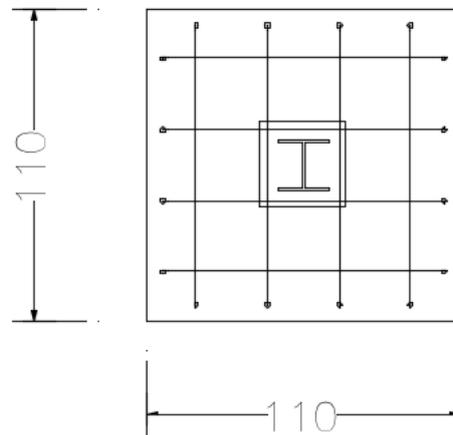
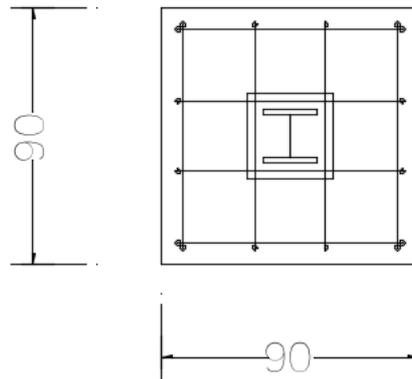
Primero, se proyecta una capa plana de hormigón llamada hormigón de limpieza, de 10 cm de espesor, que cubra toda la superficie horizontal de la cimentación. El propósito de la losa de cimentación es colocar la cimentación sobre un suelo sólido y evitar que el hormigón estructural de los miembros de la cimentación se seque durante el proceso de vertido. El tipo de hormigón utilizado es HL-150 / B / 30, el tamaño máximo de agregado es de 30 mm y la cantidad mínima de cemento es de 150 kg. Esta capa se comprobará si es necesaria una vez

En cuanto a la excavación, se diseñan según el tamaño determinado en el proyecto, teniendo en cuenta el tamaño de la cimentación y el espacio mínimo que debe ocupar el hormigón de limpieza. Estas excavaciones se llevan a cabo con métodos mecánicos adecuados con el fin de obtener el tamaño correcto y cambiar las características del suelo lo menos posible. Finalizadas las tareas de excavación se debe de realizar el vertido de hormigón de limpieza.

En el cálculo de la cimentación, se ha determinado que la cimentación de hormigón armado aislada debe ser un rectángulo excéntrico, centrado y dividido alternativamente.

Tendremos 3 tipos de zapatas todos con un canto de 40 cm, como se muestra a continuación:

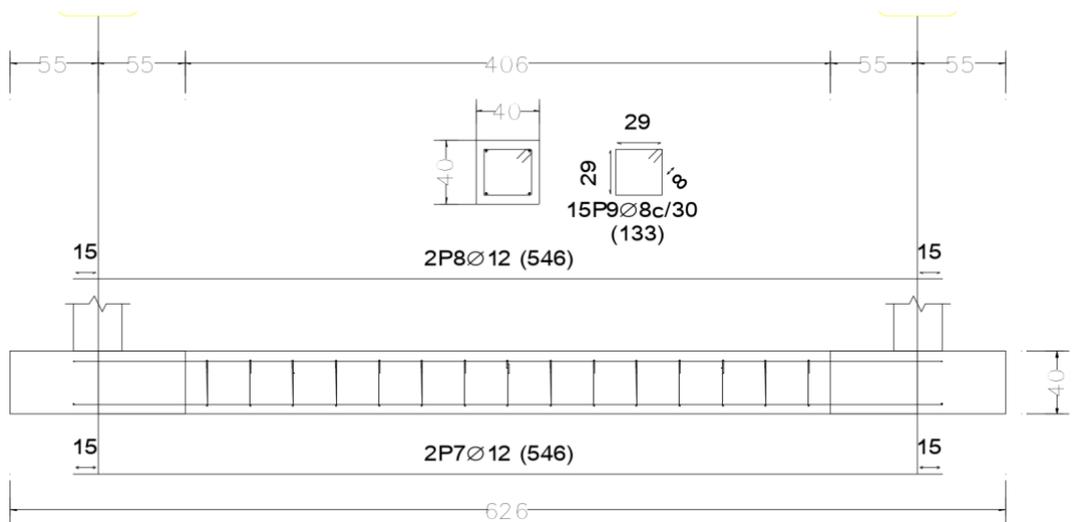




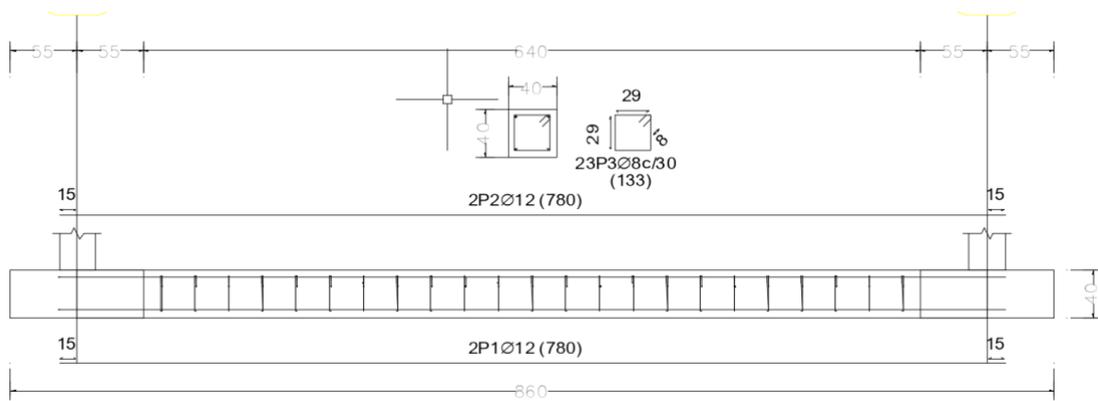
Finalmente, se proyecta la presencia de vigas de atado para conectar las cimentaciones aisladas y evitar el desplazamiento de estas y vigas de centrado, que pueden ser necesarias para resistir momentos aplicados y equilibrar la estructura.

Tenemos

Las vigas de atado entre todas las zapatas siguiendo los pórticos y el perímetro exterior.



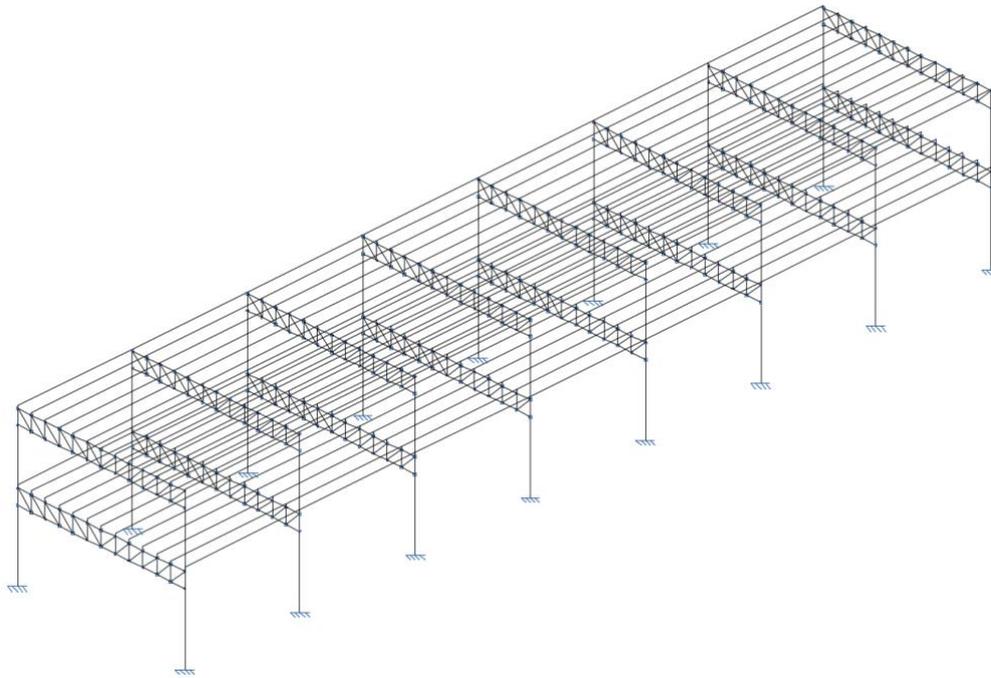
Viga de atado que sigue la dirección de las correas



Viga de atado que sigue la disposición de los pórticos.

8.3 Estructura Metálica

Como se ha venido explicando la estructura metálica consiste en lo que sería dos naves de pórticos unos encima de otros distribuidos uniformemente. Serían 8 pórticos separados por 5,15 metros. Las dimensiones, en los planos pueden verse específicamente, son de 35 metros de largo y 7,5 metros de ancho. Con una altura de cumbrera de 7,2 metros, al que habría que añadir 40 centímetros de las zapatas de la cimentación. En este apartado se explica en detalle los componentes de la estructura metálica. Explicando en detalle el tipo de pórticos, las correas y el tipo de uniones.



8.3.1 Acciones

Los siguientes valores son los que han sido tomados para hacer el cálculo estructural de los pórticos. Estos vienen dados por el Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en Edificación (DB SE-AE) del Código técnico de Edificación (CTE). A continuación, mostramos una tabla explicativa.

Clase de duración	Orden de duración acumulada de la carga característica	Ejemplos de cargas
Permanente	Más de 10 años	Peso propio, cerramientos
Larga duración	6 meses - 10 años	andamios
Media duración	1 semana - 6 meses	Sobrecarga de uso
Corta duración	Menos de una semana	Nieve, viento
Instantánea		Sismo

8.3.1.1 Acciones Permanentes

Las acciones permanentes son las que actúan en todo momento sobre la estructura. Como podemos ver en la tabla explicativa superior, calcularemos las acciones permanentes como aquellas que tendrán una acción superior a 10 años.

8.3.1.2 Peso propio

Esto viene dado por el perfil que usemos, por tanto, es mas sencillo referir a la densidad de los materiales.

Acero → 78,5 KN/m³

Hormigon → 25,00 KN/m³

Placas solares → 0,18 KN/m²

Cubierta → 0,20 KN/m²

Pero simplificándolo aun más, en las tablas de las series normalizadas podemos ver el peso por metro lineal de perfil. Por tanto, el peso propio de la celosía, correas y pilares quedará de la siguiente manera.

Pórticos superiores	Perfiles	Peso perfil kp/m
Correas	IPN 80	5,95
Cordón inferior	IPN 80	5,95
Diagonales	IPN 80	5,95
Cordón superior	IPN 80	5,95
Montante	IPN 80	5,95

Pórticos inferiores	Perfiles	Peso perfil kp/m
Correas	IPN 140	14,4
Cordón inferior	IPN 200	31,1
Diagonales	IPN 120	11,2
Cordón superior	IPN 160	17,9
Montante	IPN 80	5,95

Pilares	Perfiles	Peso perfil kp/m
Superior	HEB 100	20,4
Inferior	HEB180	51,2

8.3.1.3 Acciones Variables

Siguiendo la descripción de la tabla referida al tipo de acciones, hemos de tener en cuenta para las acciones variables las siguientes cargas.

Sobrecarga de uso → se considera en la mayoración de las cargas.

- De acuerdo con la normativa.

Nieve o mantenimiento → 0,1 KN/m²

- De acuerdo con la normativa.

Almacenaje → 6,13 KN/m²

- Hipótesis: Consideramos que el peso por almacenaje al que se va a someter la estructura será mayor cuando se almacenen dos pacas de heno de tamaño industrial una sobre otra por lo que la ecuación para hallar el peso por m² será la siguiente:

$$\text{Peso por almacenaje} = \frac{\text{Peso unitario de paca de heno} * \text{unidades} * g}{\text{largo} * \text{ancho}}$$

$$\text{Peso por almacenaje} = \frac{500\text{kg} * 2 * 9,8\text{m/s}^2}{2\text{m} * 0,8\text{m}} = 6125 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 6,13 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

El viento no se tendrá en cuenta debido que los vientos predominantes son tapados por la estructura del picadero adyacente.

8.3.1.4 Acciones térmicas

En el proyecto que nos atañe no se consideran las acciones térmicas ya que no existe ningún elemento continuo de mas de 40 metros de longitud. Este tipo de acciones han de calcularse cuando los elementos de la construcción son mayores a 40 metros debido a las posibles dilataciones. Al no tener elementos tan largos no tendremos en cuenta las acciones térmicas.

8.3.1.5 Acciones accidentales, sismo, incendio e impacto

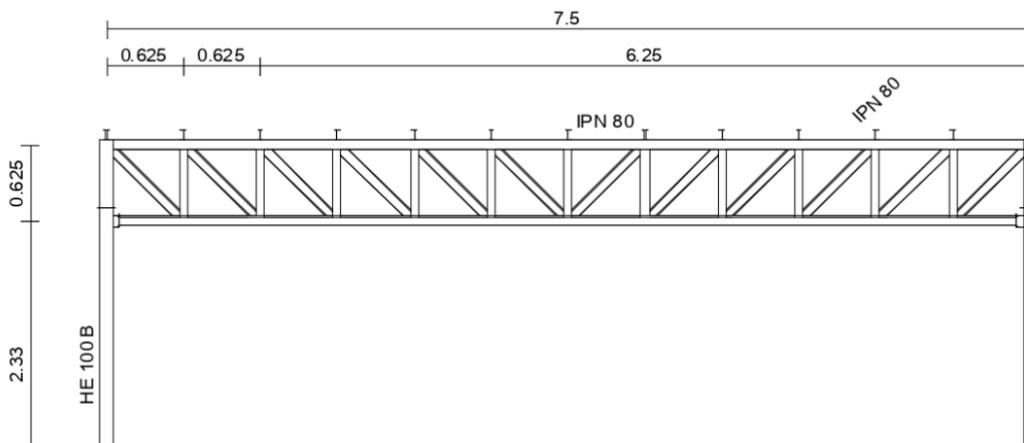
Acciones con probabilidad muy baja de que sucedan pero que comprometerían la estructura en caso de sucederse

8.3.2 Pórticos

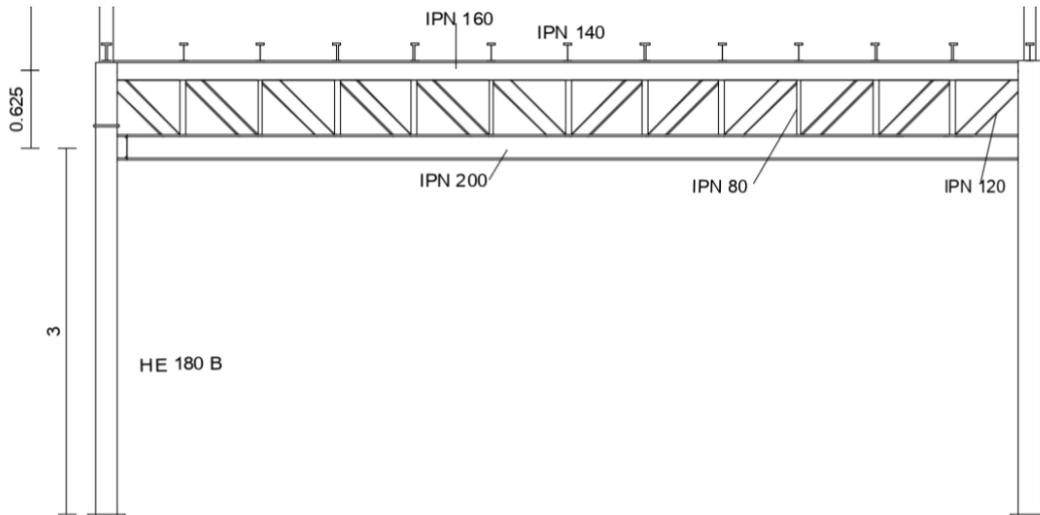
Los pórticos serán dos iguales en su tipología, serán celosías tipo pratt rectangulares. Evidentemente los perfiles usados en los pórticos inferiores serán cualitativamente mas grandes que los superiores. La luz de cada pórtico es de 7,5 metros. Los elementos de la estructura metálica están realizados en su totalidad con acero S275 y los nudos en su totalidad se resuelven con soldadura.

Los pilares tienen un perfil HEB 180 y tienen una altura de 3,5 metros. Los pilares de la segunda planta son de una menor dimensión, HEB 100, esto se debe a que la carga en la primera planta es mucho mayor que en la segunda.

Podemos dividir la descripción de los pórticos entre los inferiores y los superiores. Los pórticos superiores tendrán un perfil común que será el IPN 80 tanto para el cordón superior, como el inferior, diagonales y montantes.

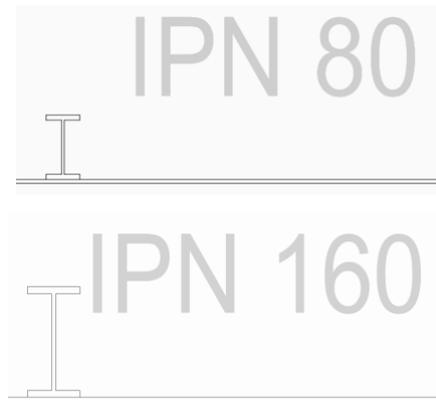


En el pórtico inferior debido a que las cargas son superiores tendremos diferentes perfiles que compondrán el pórtico. El cordón superior tendrá un IPN 160, el inferior IPN 200, las diagonales IPN 120 y los montantes IPN 80.



8.3.3 Correas

Las correas de los pórticos superiores serán del mismo perfil que toda la sección superior, IPN 80. Por otro lado, las correas del pórtico inferior será de un perfil IPN 160.



8.3.4 Uniones

Las uniones en esta estructura han sido modelados por el programa de cálculo de estructuras tal y como se muestra en los documentos anexados(planos). Todas las uniones serán soldaduras siguiendo la norma.

8.3.5 Especificaciones

Norma:

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

Materiales:

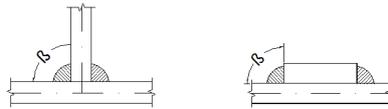
- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

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

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

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



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:

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.

8.4 Materiales

El principal material de esta nave será el acero S275. Este es un acero laminado con una resistencia elástica de 275 N/mm². Dicho acero se utilizará en los pórticos, las correas el forjado de las cimentaciones y los arriostramientos.



Por otro lado, la fachada será de ladrillo de termo arcilla, la cubierta será de placa sándwich de madera y la parte superior será de teja. A continuación, se muestran unos detalles de los materiales utilizados en las construcciones actuales.



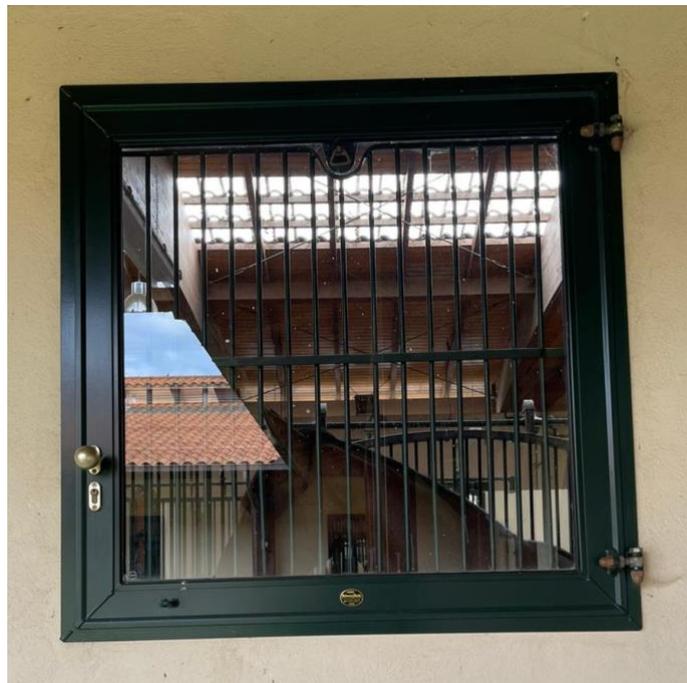


En las cimentaciones como se ha dicho anteriormente se utilizará hormigón de limpieza para crear una losa previa, que será HL-150/B/30, a la cimentación y el hormigón de las zapatas que será él HA- 25/P/30/IIa. Estudiando más detenidamente el terreno parece ser que no va a hacer falta el hormigón de limpieza.

8.5 Cerramientos

8.5.1 Cerramiento de fachada

Los cerramientos de la fachada serán mediante ladrillo de termo arcilla con recubrimiento de mortero. También se ha estudiado hacerlo con paneles de hormigón prefabricado. Llevarán unas ventanas en la fachada oeste, para dar luz a las cuadras y como ventilación.



8.5.2 Cerramiento de Cubierta

El cerramiento en cubierta será de panel sándwich con madera por dentro a modo de embellecedor, y sobre esto irá un tejado de tejas.



8.6 Instalaciones Pluviales

Estas instalaciones tienen como objetivo evacuar el agua y canalizarla para su posterior uso en el sistema de irrigación de los jardines. Se instalará un canalón del mismo tipo que en los edificios colindantes para mantener la estética.



8.7 Cuadras

La nave tendrá una disposición diáfana sin construcciones interiores exceptuando los accesos al piso superior. El resto de las dependencias serán realizadas mediante la colocación de elementos portátiles de uso temporal pero que en nuestro caso tendrán carácter permanente. Estos elementos serán de la marca Rower&Rüb. A continuación, se muestra un ejemplo de las posibles soluciones que se podrían implementar.



8.8 Instalaciones Fotovoltaicas

Para la instalación fotovoltaica llevaremos a cabo un estudio de viabilidad estructural y económica. Este estudio se realizará sobre parámetros críticos que incidan en la producción de energía renovable y en su rentabilidad. Para ello el estudio preliminar incluirá:

- Información eléctrica detallada.
- Contexto normativo tanto a nivel nacional
- Estudio del volumen integrable dada por mapas digitales (p.e. google earth), e información importante facilitada por Mediamadera
- Un primer modelado de la instalación. Con una instalación simplificada, y una estimación de la energía producida y consumida.
- Estudio coste beneficio con los resultados del estudio anterior cómo se realizará una estimación del coste beneficio, se emplearán valores comunes en el mercado y experiencias en otras situaciones para la inversión capital inicial.

El autoconsumo puede categorizarse de 2 maneras:

- Individual si solo existe un consumidor asociado a la instalación.
- Colectivo, si se trata de un conjunto de consumidores asociados a la instalación.

Para empezar, tendremos que enumerar los diferentes escenarios en cuanto a la producción de energía.

En primer lugar, se puede considerar cuando el autoconsumo es con excedentes. En este caso puede haber dos opciones con compensación o sin compensación. Con compensación implica que la potencia instalada debería de ser igual o inferior a 100 kW. El exceso de electricidad producida será vertido a la red y contabilizado, para compensar la factura eléctrica. Por otro lado, se puede utilizar el método sin compensación, que implicaría vender el excedente al precio del mercado o a través de comercializadoras.

Para la generación de dicha electricidad fotovoltaica podremos contar con diferentes paneles fotovoltaicos. Pueden ser de silicio policristalino y mono cristalinos, de silicio

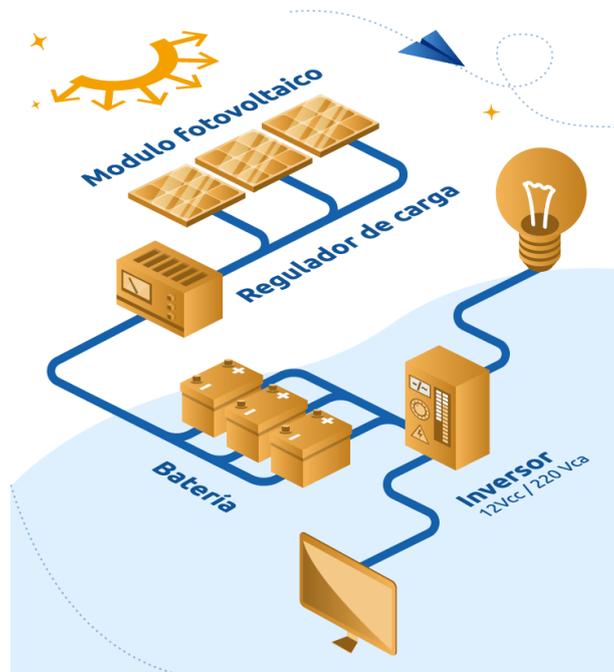
bifaciales, o de lámina fina. Los primeros representan más del 80% de la capacidad mundial instalada su eficiencia varía en torno al 20% siendo los paneles mono cristalinos los que alcanzan una eficiencia en torno a el 23%. En segundo lugar, los paneles de silicio bifaciales capturan la irradiación por ambas caras del panel. Estos pueden incrementar entre 10 o un 30% la generación eléctrica respecto a un panel monocristal por ello su mayor coste, en la actualidad son unos paneles competitivos. Para acabar hay actualmente varias tecnologías que se engloban en la categoría de lámina fina, este tipo de paneles se utiliza integrados en las fachadas y cerramientos de los edificios.

Generación fotovoltaica			
Paneles	Silicio policristalinos y monocristalinos	Silicio bifaciales	Lámina fina
Eficiencia	15%-23%	16%-30%	8-20%
Coste	Económico	Alto	Muy alto

Almacenamiento energético				
Baterías	Ion-Litio	Pb (Plomo)	Cátodo de Zinc	Redox flow
Vida util	10-15 años	3 años	No muy desarrollado todavía	Al menos 15 años
Coste	Económico	Superior a las Ion Litio	No muy desarrollado todavía	El doble que las de Ion Litio

Por otro lado, hay que tener en cuenta dónde se va a almacenar el exceso de energía captada por los paneles fotovoltaicos. En un primer lugar existen las baterías de Ion litio que hoy en día son las más comunes en términos de coste con un rendimiento o vida útil de 10 a 15 años. Las baterías de plomo al igual que las baterías de Ion Litio tienen

una gran madurez tecnológica, pero siendo su vida útil inferior a 3 años y siendo el coste ligeramente superior no es una opción que satisfaga nuestras necesidades. Otra opción es la de cátodo de zinc, ahora mismo no estaría lo suficientemente desarrollado y habría que esperar a partir de 2025 para ver si compensaría su instalación.



A continuación, se presentarán los datos del estudio que se ha realizado con el fin de decidir si es viable la instalación fotovoltaica de autoconsumo.

En primer lugar, mostramos la grafica de consumo de potencia activa y reactiva en las edificaciones ya existentes. Haciendo una estimación, asumiremos que los consumos de la nueva nave será un tercio de la instalación.

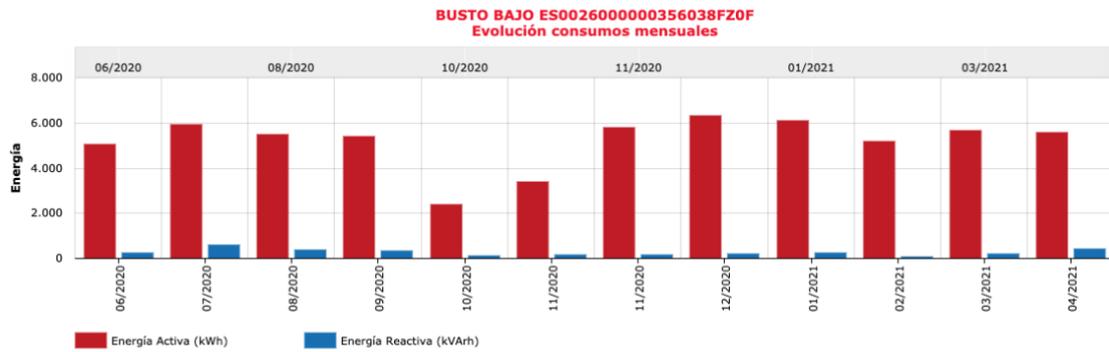
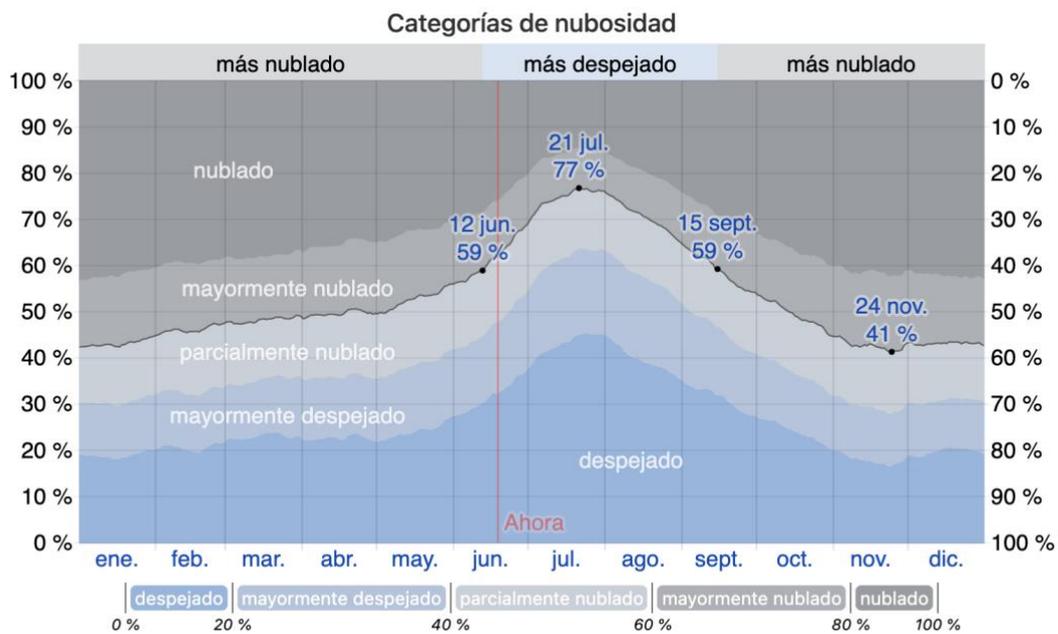


Imagen obtenida del área cliente de EDP de la instalación ya existente
 Como era de esperar el mes con mayor consumo esta en el invierno, mas concretamente diciembre, con un consumo de 6358 kWh, debido a que en verano las temperaturas son mas suaves. Por tanto, deberemos de contar con una instalación que pueda producir al menos 2120 kWh.



El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.

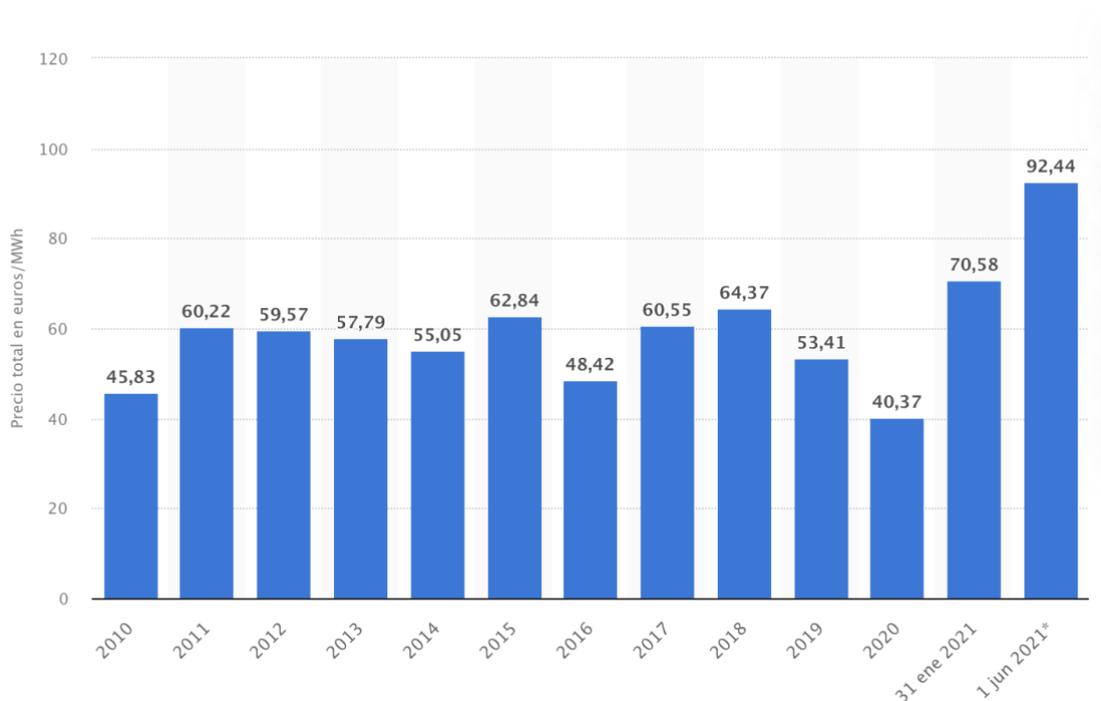
En la pagina web de Selectra (<https://selectra.es/autoconsumo/info/provincias>) se puede ver que se necesitaría entre 7 y 9 placas solares debido a que tenemos un clima parecido al de Coruña. La amortización vendría un poco extendida ya que al gasto que supone la instalación fotovoltaica de autoconsumo hay que sumarle el sobre coste de la estructura que habría que colocar en la cubierta para la instalación de los paneles fotovoltaicos.

8.8.1 Análisis económico

Se va a realizar este análisis para ver la amortización y rentabilidad anual de la instalación fotovoltaica deberemos asumir una serie de condiciones que se expondrán a continuación.

Hipótesis:

- Se asumirá un crecimiento de la factura de la luz del 20% en los próximos diez años.
- Se tomará como precio de partida el precio medio a 1 de enero de 2021
- Se tomará como consumo medio de la nueva instalación 2,1MWh



Tomando como base estas siguientes hipótesis y el coste de instalación se estimará si será realmente conveniente proceder a la instalación.

- Coste de la instalación:
 - Paneles solares (9): 400€/placa= 5000€
 - Instalación: 500€

- Coste total: 10000€ + 20% (posibles sobrecostes) = 12000€
- A esto habría que añadir el coste de las baterías. En la siguiente tabla podemos ver que el precio de estas puede oscilar ampliamente.

Precio de las baterías solares en función del tipo

Tipo	Precio
Monoblock	500 - 1.500 €
AGM	200 - 2.000 €
Estacionarias	200 - 7.000 €
Litio	500 - 10.000 € (o más)

- Consumo total a lo largo de los 10 años de vida útil máxima de las placas solares:
2100KWh*12= 25MWh
- Coste medio total por año sin las placas solares:
 - $25*(70*10+84) = 19600€$
- Coste total de las placas solares:
 - 12000€

Como se puede ver en es calculo seria rentable instalar las placas solares si se dispusiese de unas condiciones optimas para su uso.

A esto hay que añadir que la explotación agrícola se halla en el extremo de la red eléctrica del concejo de Gozón y debido a tormentas eléctricas se han debido reemplazar varios componentes eléctricos y electrónicos ya existentes. Esto supondría un sobrecoste y habría que realizar una instalación eléctrica con medidas de seguridad redundantes que garantizarasen la seguridad de la instalación.

En conclusión y como se expondrá mas adelante, con unas condiciones perfectas seria factible la instalación. Pero debido al emplazamiento el régimen de consumo y las mas que probables reparaciones y sustituciones de equipos de la instalación se desaconseja la instalación hasta proceder a un análisis más exhaustivo de la red cercana a la explotación agrícola, para conseguir una mayor rentabilidad y así sobreponerse a un posible accidente.

9. Conclusiones

Este apartado servirá para recapitular lo aprendido en el Trabajo Fin de Máster y los diferentes enfoques que se podrían dar a proyectos similares en un futuro.

9.1- Estructura de acero

En primer lugar, la elección del material es fundamental para saber como se va a abordar el proyecto en cuestión. Debido a que este proyecto va a ser realizado en acero, los cálculos de los esfuerzos son similares a si hubiésemos elegido hormigón armado o madera. Si bien es verdad que una estructura de hormigón no tiene ningún atractivo visual en una estructura de este tipo. Por otro lado, si se hubiese elegido una estructura de madera laminada, como lo son las cerchas de las estructuras colindantes hubiese supuesto una buena mimetización de la estructura nueva en las instalaciones ya existentes. Esto no fue así ya que se quería diferenciar las estructuras mas modernas de las ya realizadas y por ende se eligió una estructura de acero. Con celosías tipo Pratt.

Del mismo modo si que habría que hacer hincapié en no tanto en la nave proyectada como en el proyecto original de la explotación ganadera. En el momento de la realización de las edificaciones iniciales se tendría que haber tenido en cuenta un posible aumento de la producción y por tanto una expansión de las instalaciones para dar cabida a una producción mayor.

Para finalizar, antes de llevar a cabo este proyecto se debería consultar con los clientes si en un futuro se necesitaría hacer otra ampliación y en donde sería para poder aprovechar la realización de este con el fin de avanzar en un posible proyecto futuro.

9.2- Instalación fotovoltaica

Como se puede ver anteriormente la instalación de las placas fotovoltaicas para autoconsumo es viable estructuralmente y no supondría un sobrecoste excesivo en el total de la estructura de la nave de cuadras.

Si bien es verdad que como se puede ver en la tabla comparativa de los diferentes tipos de placas solares, la industria está cerca de innovación que dejaría obsoletas las placas que se instalasen en la actualidad. Del mismo modo que unas baterías actuales. Habiendo consultado con una empresa de instalación de este tipo de sistemas, la estimación para la amortización es de 9 años y por ende se recomienda no instlarlas a no ser que sea por una causa de fuerza mayor. Con esto se quiere decir que si que seria rentable una instalación hoy en día, pero se recomienda esperar a que exista una solución de placas y baterías que tengan mayor vida útil.

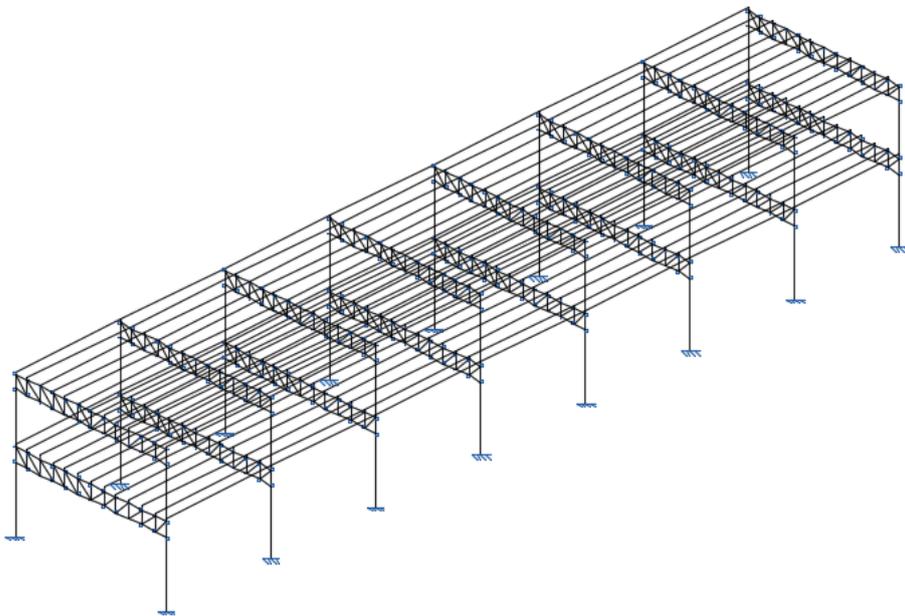
CÁLCULOS

INDICE

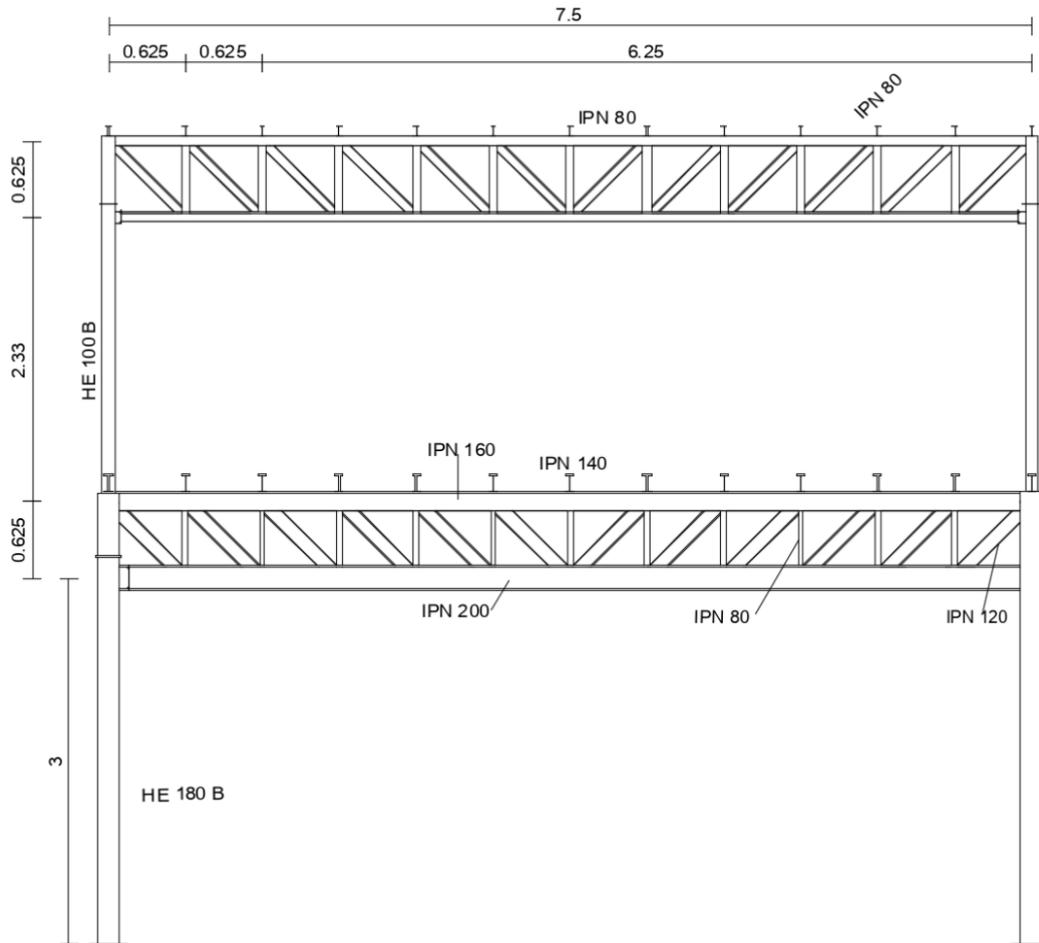
1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.....	58
2	MATERIALES EMPLEADOS	60
3	ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN.....	62
3.1	Acciones Permanentes	62
3.1.1	Peso propio	62
3.2	Acciones Variables	63
3.3	Acciones térmicas.....	64
3.4	Acciones accidentales, sismo, incendio e impacto.....	64
4	ESTRUCTURA METÁLICA	66
4.1	Pórticos	66
4.1.1	Solución constructiva.....	66
4.1.2	Cargas.....	68
4.1.3	Coeficientes de seguridad.....	68
4.2	Correas.....	70
4.2.1	Cargas.....	70
4.3	Esfuerzos.....	71
4.4	Perfiles	77
5	Cimentaciones.....	81
6	Soldaduras	82

1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA

El edificio agrícola que se ha diseñado en este TFM es una estructura de acero S275 que consta de dos pórticos en el alzado y ocho sobre planta, haciendo un total de 8 pórticos. Los dos pórticos que se pueden ver en el alzado se encuentran uno sobre otro a un agua, adosados a una estructura ya construida, picadero de entrenamiento de caballos. Sus dimensiones son de 7,5 de ancho por 35 metros de largo con una altura de cumbre de 7,2 metros. A continuación, se muestra un esquema base de la estructura como se puede ver, es una estructura modulable y que si necesitase repetirse se podría repetir con facilidad.



Cada uno de los pórticos irá sobre unos pilares que serán de un perfil tipo HEB. Las uniones serán soldadas y han sido modeladas por el programa de modelado de estructuras CYPE. Para la obtención de los planos nos ayudaremos de AutoCAD.



Por otro lado, también se han diseñado los cerramientos que se hayan en la estructura. Como son la cubierta, los accesos y las ventanas. Para estos elementos se han escogido unos cerramientos como los de los edificios colindantes. De esta manera la cubierta esta compuesta por un panel sándwich con madera en la parte inferior que le da un aspecto mas tradicional, y sobre este panel se colocarán las tejas. Para las ventanas y accesos, se utilizarán ventanas y puertas de la marca Rower&Rub, y su modelo coincidirá con el ya usado en las otras construcciones colindantes.

2 MATERIALES EMPLEADOS

El material utilizado en la estructura de la nave es el acero laminado S275. Este tipo de acero se utilizará en los pórticos, correas, y pilares. Para el acero del armado de la cimentación se utilizará varillas de acero corrugado de tipo B 500 S.

Los perfiles empleados en los pórticos serán de dos series normalizadas. Por un lado, los perfiles usados en las celosías serán de la serie IPN.

Pórticos superiores	Perfil
Correas	IPN 80
Cordón inferior	IPN 80
Diagonales	IPN 80
Cordón superior	IPN 80
Montante	IPN 80

Siendo superiores los de la celosía inferior debido al uso y la carga que debe de soportar. Los perfiles de las correas también son de la serie IPN.

Pórticos inferiores	Perfil
Correas	IPN 140
Cordón inferior	IPN 200
Diagonales	IPN 120
Cordón superior	IPN 160
Montante	IPN 80

Por ultimo los perfiles de los pilares serán de la serie HEB

Pilares	Perfiles
Superior	HEB 100
Inferior	HEB 180

Los cerramientos de la fachada serán mediante ladrillo de termo arcilla con una capa encima de mortero. También se ha estudiado hacerlo con paneles de hormigón prefabricado. Para mantener una homogeneidad en los materiales constructivos de todos los edificios se optará por el ladrillo de termo arcilla. Llevarán unas ventanas en la fachada oeste, para dar luz a las cuadras y como ventilación.

3 ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

Los siguientes valores son los que han sido tomados para hacer el calculo estructural de los pórticos. Estos vienen dados por el Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en Edificación (DB SE-AE) del Código técnico de Edificación (CTE). A continuación, mostramos una tabla explicativa.

Clase de duración	Orden de duración acumulada de la carga característica	Ejemplos de cargas
Permanente	Más de 10 años	Peso propio, cerramientos
Larga duración	6 meses - 10 años	andamios
Media duración	1 semana - 6 meses	Sobrecarga de uso
Corta duración	Menos de una semana	Nieve, viento
Instantánea		Sismo

3.1 Acciones Permanentes

Las acciones permanentes son las que actúan en todo momento sobre la estructura. Como podemos ver en la tabla explicativa superior, calcularemos las acciones permanentes como aquellas que tendrán una acción superior a 10 años.

3.1.1 Peso propio

Esto viene dado por el perfil que usemos, por tanto, es mas sencillo referir a la densidad de los materiales.

Acero → 78,5 KN/m³

Hormigon → 25,00 KN/m³

Placas solares → 0,18 KN/m²

Cubierta → 0,20 KN/m²

Pero simplificándolo aun más, en las tablas de las series normalizadas podemos ver el peso por metro lineal de perfil. Por tanto, el peso propio de la celosía, correas y pilares quedará de la siguiente manera.

Pórticos superiores	Perfiles	Peso perfil kp/m
Correas	IPN 80	5,95
Cordón inferior	IPN 80	5,95
Diagonales	IPN 80	5,95
Cordón superior	IPN 80	5,95
Montante	IPN 80	5,95

Pórticos inferiores	Perfiles	Peso perfil kp/m
Correas	IPN 140	14,4
Cordón inferior	IPN 200	31,1
Diagonales	IPN 120	11,2
Cordón superior	IPN 160	17,9
Montante	IPN 80	5,95

Pilares	Perfiles	Peso perfil kp/m
Superior	HEB 100	20,4
Inferior	HEB180	51,2

3.2 Acciones Variables

Siguiendo la descripción de la tabla referida al tipo de acciones, hemos de tener en cuenta para las acciones variables las siguientes cargas.

Sobrecarga de uso → se considera en la mayoración de las cargas.

- De acuerdo con la normativa.

Nieve o mantenimiento → 0,1 KN/m²

- De acuerdo con la normativa.

Almacenaje → 6,13 KN/m²

- Hipótesis: Consideramos que el peso por almacenaje al que se va a someter la estructura será mayor cuando se almacenen dos pacas de heno de tamaño industrial una sobre otra por lo que la ecuación para hallar el peso por m² será la siguiente:

$$\text{Peso por almacenaje} = \frac{\text{Peso unitario de paca de heno} * \text{unidades} * g}{\text{largo} * \text{ancho}}$$

$$\text{Peso por almacenaje} = \frac{500\text{kg} * 2 * 9,8\text{m/s}^2}{2\text{m} * 0,8\text{m}} = 6125 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 6,13 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

El viento no se tendrá en cuenta debido que los vientos predominantes son tapados por la estructura del picadero adyacente.

3.3 Acciones térmicas

En el proyecto que nos atañe no se consideran las acciones térmicas ya que no existe ningún elemento continuo de mas de 40 metros de longitud. Este tipo de acciones han de calcularse cuando los elementos de la construcción son mayores a 40 metros debido a las posibles dilataciones. Al no tener elementos tan largos no tendremos en cuenta las acciones térmicas.

3.4 Acciones accidentales, sismo, incendio e impacto

Acciones con probabilidad muy baja de que sucedan pero que comprometerían la estructura en caso de sucederse. Por ello para el calculo de esta estructura no se tendrán

en cuanto a las acciones por incendio, al ser la estructura de acero se deberá cubrir con una capa de pintura que retrase la combustión de este.

4 ESTRUCTURA METÁLICA

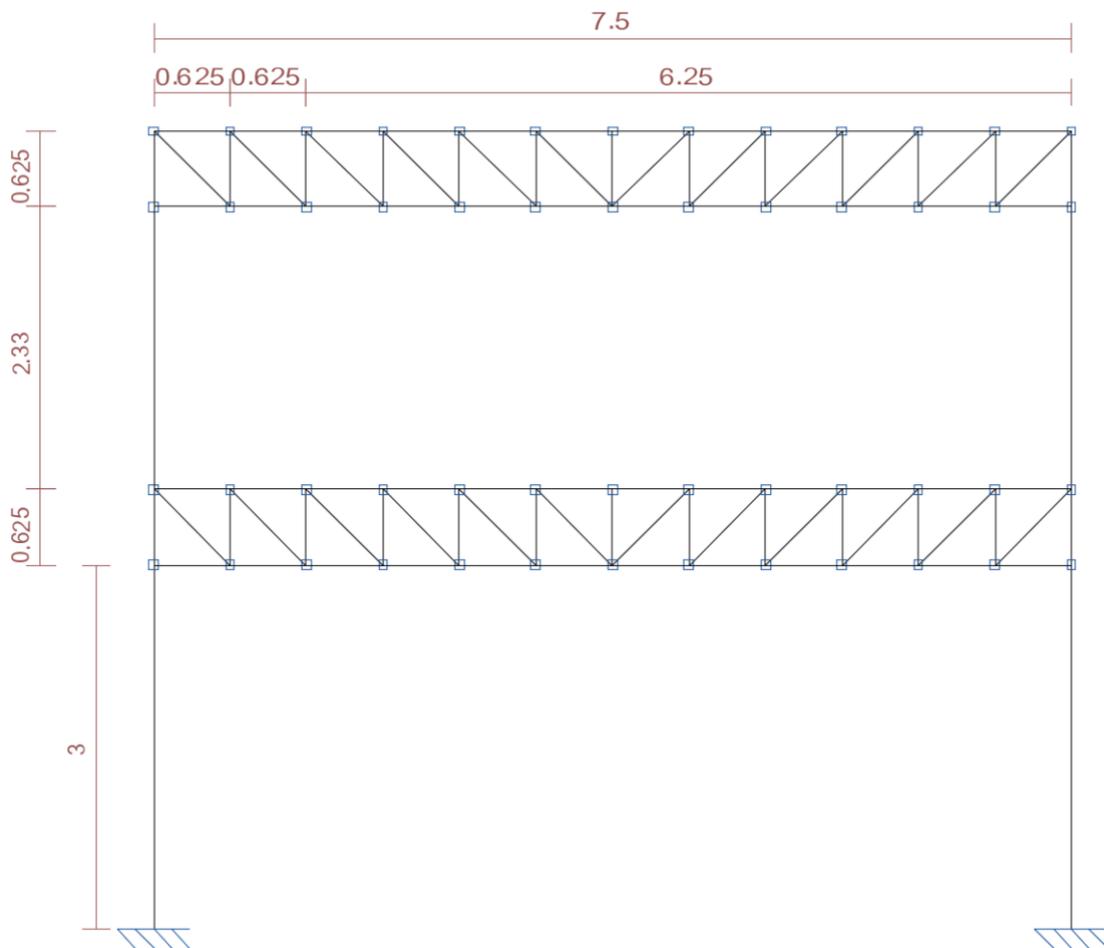
A continuación, se expondrá el procedimiento por el que se ha calculado los diferentes esfuerzos y reacciones debidas a las acciones anteriormente expuestas.

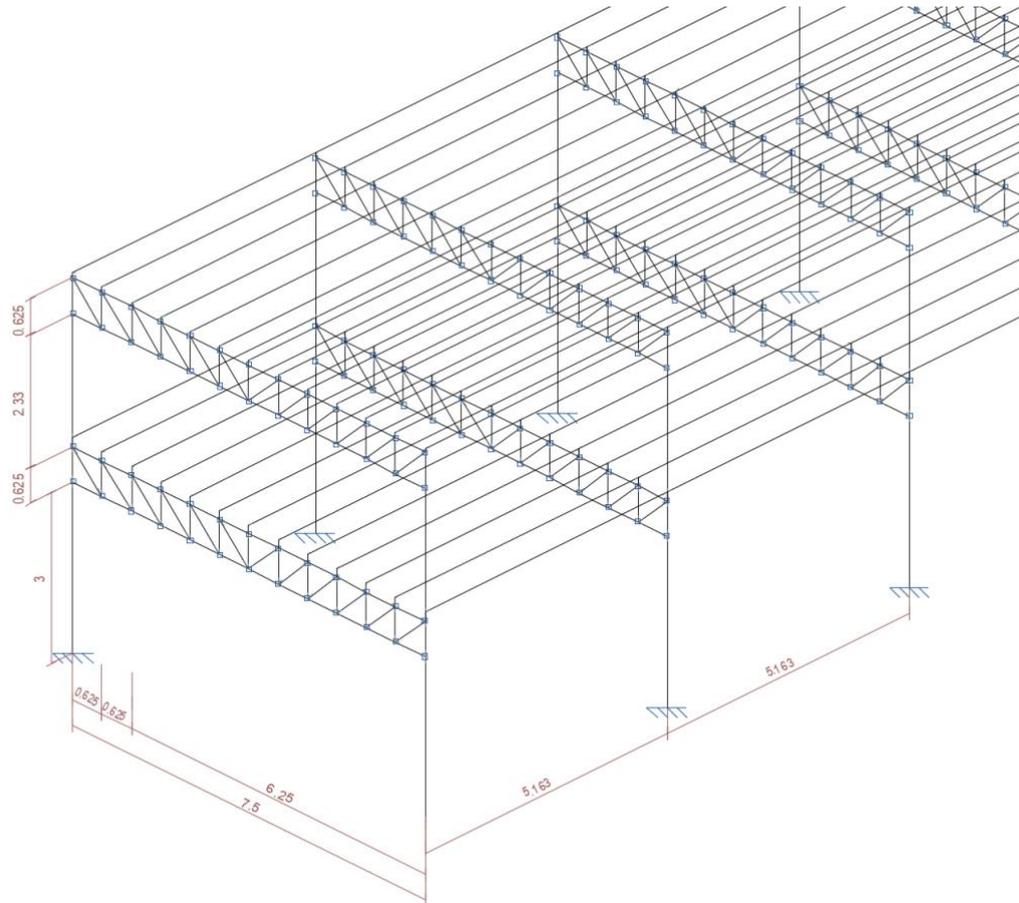
4.1 Pórticos

En este apartado se centrará la atención en el calculo de la estructura de los pórticos. Esta parte incluye las celosías. Las celosías están formadas por un cordón superior, un cordón inferior, diagonales y montantes.

4.1.1 Solución constructiva

Como se muestra en el esquema, se puede ver las diferentes dimensiones del pórtico.





La estructura contará con los siguientes elementos:

- Celosías: Las celosías serán de tipo Pratt, a un agua. Habrá 8 celosías separadas por una distancia de 5,163 metros.
- Correos Irán colocadas sobre las celosías
- Cubierta: Panel tipo sándwich y teja
- Pilares

Se comprueba que la separación de 5,163 metros entre celosías cumple con el método plástico. Para ello utilizamos el método plástico.

Por otro lado, se ha de calcular el canto de la celosía. Para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$h = \frac{L}{12} = \frac{7,5 \text{ m}}{12} = 0,625$$

4.1.2 Cargas

Como se ha expuesto anteriormente las acciones que soporta la estructura se traducen en una serie de cargas que exponemos a continuación.

Cargas en la celosía superior:

Acciones permanentes	Acciones variables	KN/m ²
	Nieve/Mantenimiento	1,00
Cubierta		0,20
Placas solares		0,18
Correas		0,15
Peso propio		0,15

Cargas en la celosía inferior:

Acciones permanentes	Acciones variables	KN/m ²
	Nieve/Mantenimiento	1,00
Cubierta		0,20
Placas solares		0,18
Correas		0,15
Peso propio		0,15
	Uso almacenaje doblado	6,13
Suelo		0,50
Correas		0,15
Peso propio		0,14

4.1.3 Coeficientes de seguridad

Los valores de los coeficientes de seguridad para las acciones vienen establecidos en el CTE DB SE (tabla 4.1):

- Cargas permanentes: $\gamma_f = 1,35$
- Cargas variables: $\gamma_f = 1,5$

Para los materiales, nos basamos en el CTE DB SE-A 2.3.3:

- Acero: $\gamma_M = 1,05 \rightarrow f_{yd} = \frac{27,5 \text{ kN/cm}^2}{1,05} = \mathbf{26,19 \text{ kN/cm}^2}$

Recapitulando, las cargas mayoradas y con los coeficientes de seguridad quedarían de la siguiente manera.

Acciones permanentes	Acciones variables	KN/m ²	Mayorado	
	Nieve/Mantenimiento	1,00	1,50	1,50
Cubierta		0,20	1,35	0,27
Placas solares		0,18	1,35	0,24
Correas		0,15	1,35	0,20
Peso propio		0,15	1,35	0,20
	Uso almacenaje doblado	6,13	1,50	9,19
Suelo		0,50	1,35	0,68
Correas		0,15	1,35	0,20
Peso propio		0,14	1,35	0,19

4.2 Correas

4.2.1 Cargas

Para el dimensionamiento de las correas necesitaremos tener en cuenta solo las cargas por encima y el peso propio.

Acciones permanentes	Acciones variables	KN/m ²	Mayorado		
	Nieve/Mantenimiento	1,00	1,50	1,50	
Cubierta		0,20	1,35	0,27	
Placas solares		0,18	1,35	0,24	
Correas		0,15	1,35	0,20	2,22
Peso propio		0,15	1,35	0,20	
	Uso almacenaje doblado	6,13	1,50	9,19	
Suelo		0,50	1,35	0,68	
Correas		0,15	1,35	0,20	12,48

4.3 Esfuerzos

Para calcular los esfuerzos nos basaremos en el método plástico. A continuación, se muestran los diagramas de como quedan los esfuerzos cortantes.

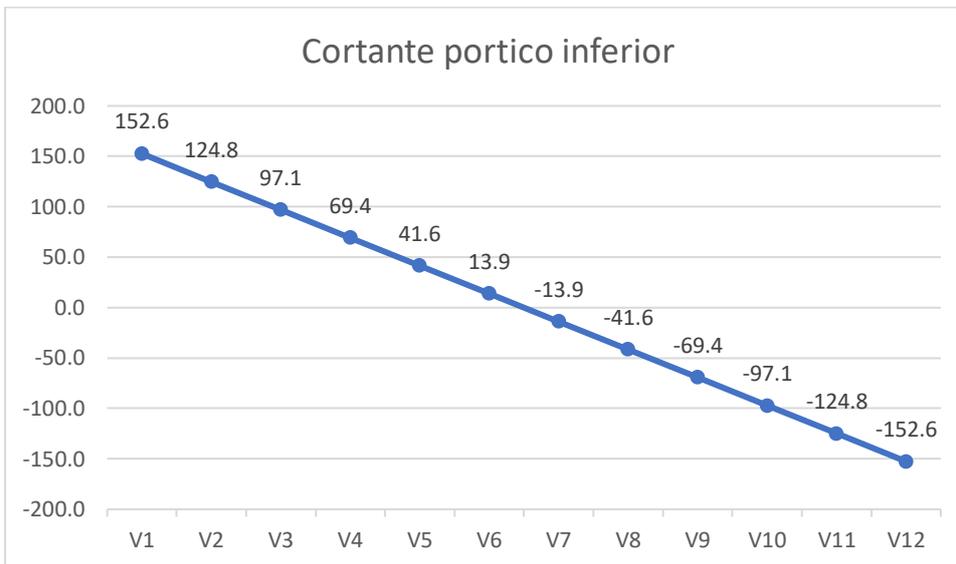
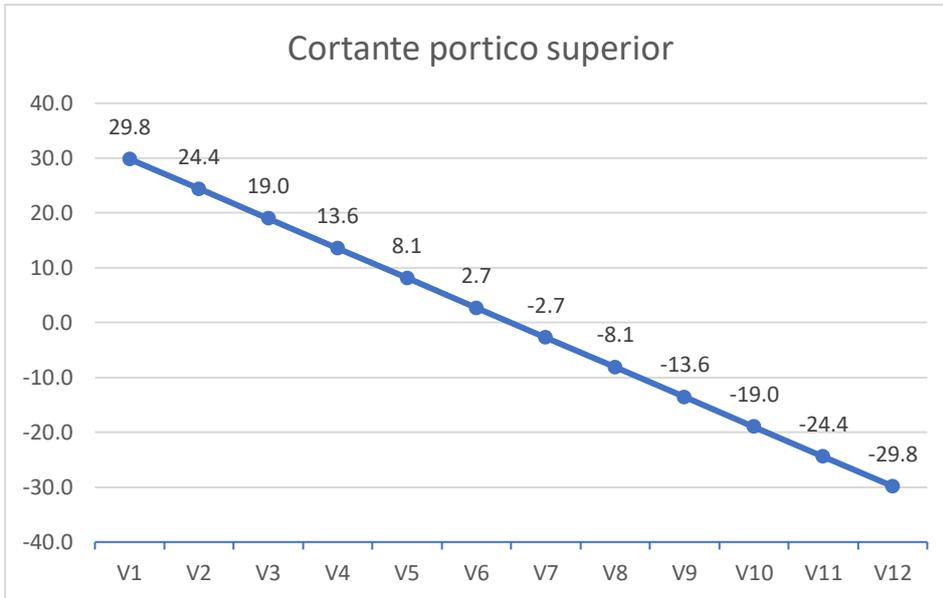
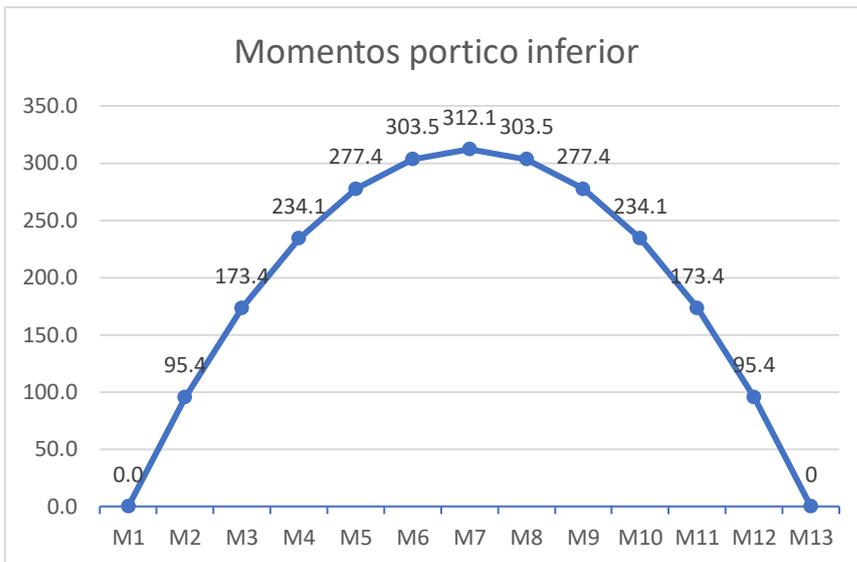
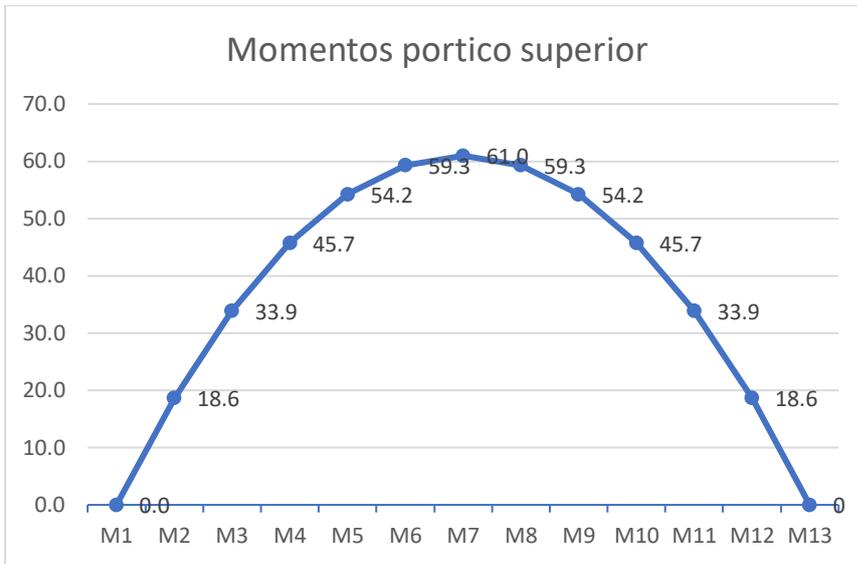


Diagrama de momentos



De esta manera nos quedan los esfuerzos en las barras de manera que los Nd son los siguientes:

coeficiente seguridad		
Landa superior	1,439	2,75803571
Landa inferior	1,474	3,18385881

Barras	Nd	A	Perfil
Cordón superior superior	269,131056		
Cordón inferior superior	269,131056	10,275913	IPE 80
Diagonal superior	116,299824	4,44053873	IPE 80
Montante superior	82,2344892		

Cordón superior inferior	1590,00506		
Cordón inferior inferior	1590,00506	60,709284	IPN 200
Diagonal inferior	687,09019	26,2343527	IPN 120
Montante inferior	485,834878		

De las tablas anteriores se puede apreciar que solo se es capaz de conseguir el perfil mínimo de dos tipos de barras. Esto se debe a que de la manera en la que se transmiten los esfuerzos en la celosía unas barras están a tracción, las diagonales y el cordón inferior y otras a compresión, montantes y cordón superior. Por ello la barras que se encuentran trabajando a compresión hay que calcularlas a pandeo.

Para las barras que se encuentran a compresión (montantes y cordón superior), se supondrá que las barras están biapoyadas ($\beta=1$) y habrá que calcular la longitud de pandeo como:

$$L_p = L_k \cdot \beta$$

Igual que con las barras a tracción, se utilizará el esfuerzo más desfavorable.

Para hallar el perfil de las barras que se encuentran a compresión, habrá que realizar un proceso iterativo. El proceso a seguir es el siguiente:

⇒ Esbeltez reducida ($\bar{\lambda}$)

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E} \quad \{i \quad \lambda = \frac{L_p}{i_x}$$

$$\lambda_E = 93,91 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,81 \text{ (fijo para el material)}$$

⇒ Coeficiente de pandeo (χ)

A partir de la esbeltez reducida se halla el valor del coeficiente de pandeo. Para ello y según el CTE DB SE-A (tabla 6.3) se interpolará para sacar el coeficiente. Como se va a usar un perfil hueco cuadrado, se usará el valor de la curva C de pandeo (CTE DB SE-A tabla 6.2 “conformado en frío”).

⇒ Carga de pandeo

$$N_{b,d} = \chi \cdot A_{\text{perfil seleccionado}} \cdot f_{yd}$$

Una vez calculada la carga de pandeo, se procederá a comprobar si el perfil es válido. Debe cumplir la siguiente condición:

$$N_{b,d} > N_d$$

Con el N_d de cada barra podemos ver el área necesaria para soportar el esfuerzo a tracción. En cuanto a las barras que están funcionando a compresión se debe realizar un proceso iterativo, para facilitar la convergencia de este método se tomará como punto de partida un perfil parecido al que ha salido en otro elemento próximo.

DIMENSIONADO BARRAS SUPERIORES

DIAGONALES	
Nk	42,167628
Nd	116,299824

A	4,44053873
---	------------

esbeltez	86,8119326
----------	------------

MONTANTE	
Nk	29,816325
Nd	82,2344892
Lp	62,5

PERFIL	IPN 80
A	7,58
ix	3,2

COMPROBACIÓN	
esbeltez	19,53125
esb.reducida	0,22498347
coef.pandeo	0,8706
carga pand.	172,834829

CORDÓN INFERIOR	
Nk	97,5807
Nd	269,131056

A	10,275913
---	-----------

CORDÓN SUPERIOR	
Nk	97,5807
Nd	269,131056
Lp	62,5

PERFIL	IPN 80
A	7,58
ix	3,2

COMPROBACIÓN	
esbeltez	19,53125
esb.reducida	0,22498347
coef.pandeo	0,967
carga pand.	191,972524

DIMENSIONADO BARRAS INFERIORES

DIAGONALES		CORDÓN INFERIOR	
Nk	215,804227	Nk	499,395592
Nd	687,09019	Nd	1590,00506

A	26,2343527	A	60,709284
---	------------	---	-----------

esbeltez	86,8119326
----------	------------

MONTANTE		CORDÓN SUPERIOR	
Nk	152,593098	Nk	499,395592
Nd	485,834878	Nd	1590,00506
Lp	62,5	Lp	62,5

PERFIL	IPN 80	PERFIL	IPN 160
A	7,58	A	22,8
ix	3,20	ix	6,4

COMPROBACIÓN		COMPROBACIÓN	
esbeltez	19,53125	esbeltez	9,765625
esb.reducida	0,22498347	esb.reducida	0,11249174
coef.pandeo	0,8706	coef.pandeo	0,967
carga pand.	172,834829	carga pand.	577,437143

4.4 Perfiles

De esta manera los perfiles quedan de la siguiente manera:

Porticos superiores	Perfil
Correas	IPN 80
Cordón inferior	IPN 80
Diagonales	IPN 80
Cordón superior	IPN 80
Montante	IPN 80
Porticos inferiores	
Correas	IPN 140
Cordón inferior	IPN 200
Diagonales	IPN 120
Cordón superior	IPN 160
Montante	IPN 80
Pilares	
Superior	HEB 100
Inferior	HEB 180

Para poder calcular los pilares a colocar en la estructura de la marquesina, habrá que ver cómo afecta el pandeo a la misma:

La carga que soportará el pilar debido al viento:

Despreciamos la acción del viento como se ha visto anteriormente

Momento flector

$$M_w = \frac{q_d \cdot h_{pilar}^2}{8} = \frac{80 \cdot 5^2}{8} \rightarrow M_w = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Esfuerzo

$$N_k = N_{celosía} \rightarrow N_k = 166,5 \text{ kN}$$
$$N_d = N_k \cdot \gamma_f = 166,5 \cdot 1,45 \rightarrow N_d = 241,425 \text{ kN}$$

El pilar trabaja a compresión, por lo que habrá que calcular la longitud de pandeo. Como se ha supuesto previamente, el pilar se encuentra biapoyado, siendo éste el caso más desfavorable ($\beta=1$).

$$L_p = L \cdot \beta = 3,5 \cdot 1 \rightarrow L_p = 3,5m$$

El tipo de perfil utilizado para los pilares es el HEB, y se tendrá que dimensionar a pandeo a lo largo del eje X y del Y, utilizando el lado más restrictivo para hallar el coeficiente de pandeo.

Para hallar el perfil a utilizar para los pilares, se llevará a cabo un proceso iterativo. El proceso a seguir es el siguiente:

Esbeltez reducida en el eje X ($\bar{\lambda}_x$)

$$\bar{\lambda}_x = \frac{\lambda}{\lambda_E} \quad \{i\} \quad \lambda = \frac{L_p}{i_x}$$

$$\lambda_E = 93,91 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,81 \text{ (fijo para el material)}$$

Esbeltez reducida en el eje Y ($\bar{\lambda}_y$)

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda}{\lambda_E} \quad \{i\} \quad \lambda = \frac{L_p}{i_y}$$

$$\lambda_E = 93,91 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,81 \text{ (fijo para el material)}$$

Coeficiente de pandeo (χ)

A partir de la esbeltez reducida se halla el valor del coeficiente de pandeo. Para ello y según el CTE DB SE-A (tabla 6.3) se interpolará para sacar el coeficiente. Como se va a usar un perfil HEB, se usará la tabla 6.2 del CTE DB SE-A.

Tipo de acero S235 a S355		Eje de pandeo ⁽¹⁾	
		x	y
$h/b \leq 1,2$	$t \leq 100 \text{ mm}$	b	c

Ilustración 1. Curvas de pandeo a utilizar en el cálculo de pilares

Comprobación

Una vez hallado el coeficiente de pandeo, y a partir de los datos del perfil elegido, se lleva a cabo el siguiente cálculo:

$$\sigma_{adm} = \frac{N_d}{\chi \cdot A} + \frac{M_d}{W_x}$$

A su vez, de debe cumplir la siguiente condición:

$$\sigma_{adm} \leq f_{yd} = \frac{2750}{1,05} = 2619,05 \text{ kp/cm}^2$$

Comenzamos la iteración con el perfil HEB-160

HEB-160			
A (cm ²)	ix (cm)	iy (cm)	Wx (cm ³)
54,3	6,78	4,05	311

Obteniendo los siguientes resultados:

EJE X			EJE Y		
λ	$\bar{\lambda}$	χ	λ	$\bar{\lambda}$	χ
73,7	0,85	0,625	123,5	1,42	0,35

El coeficiente de pandeo que se utilizará será el más restrictivo: $\chi=0,35$

A continuación, se comprobará si el perfil es válido:

$$\sigma_{adm} = \frac{241,425}{311} = 776,29 \text{ kp/cm}^2$$

Al ser la σ_{adm} mayor que f_{yd} , el perfil no es válido, y se debe de optar por un perfil mayor.

Volvemos a realizar los mismos cálculos para el perfil HEB- 180 y comprobamos que son correctos. Por otro lado ayudandos de CYPE realizamos una comprobación más.

Para este perfil se comprueba como efectivamente $f_{yd} > \sigma_{adm}$, por lo que el perfil a utilizar para los pilares será:

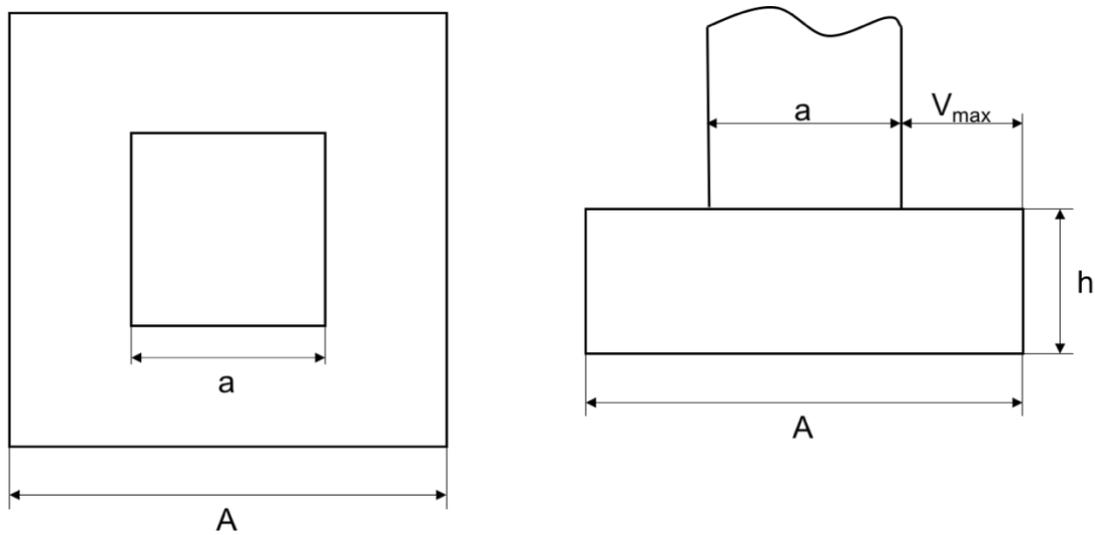
HEB-180

El peso de los perfiles HEB-180 es de 51,2 kp/cm, dato que se usará posteriormente en el cálculo de las zapatas para las cimentaciones.

5 Cimentaciones

Una vez conocidos los pilares que se usarán para la estructura de la marquesina, se procede a diseñar los elementos necesarios para la cimentación que proporcionarán estabilidad a la marquesina.

Para la cimentación, se utilizarán zapatas aisladas, cuadradas y centradas, tal y como se aprecia en la ilustración a continuación.



Las zapatas y la cimentación se muestran con más en detalle en el anexo de lo Planos

6 Soldaduras

Norma:

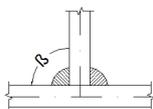
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

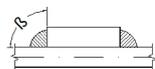
- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



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:

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.

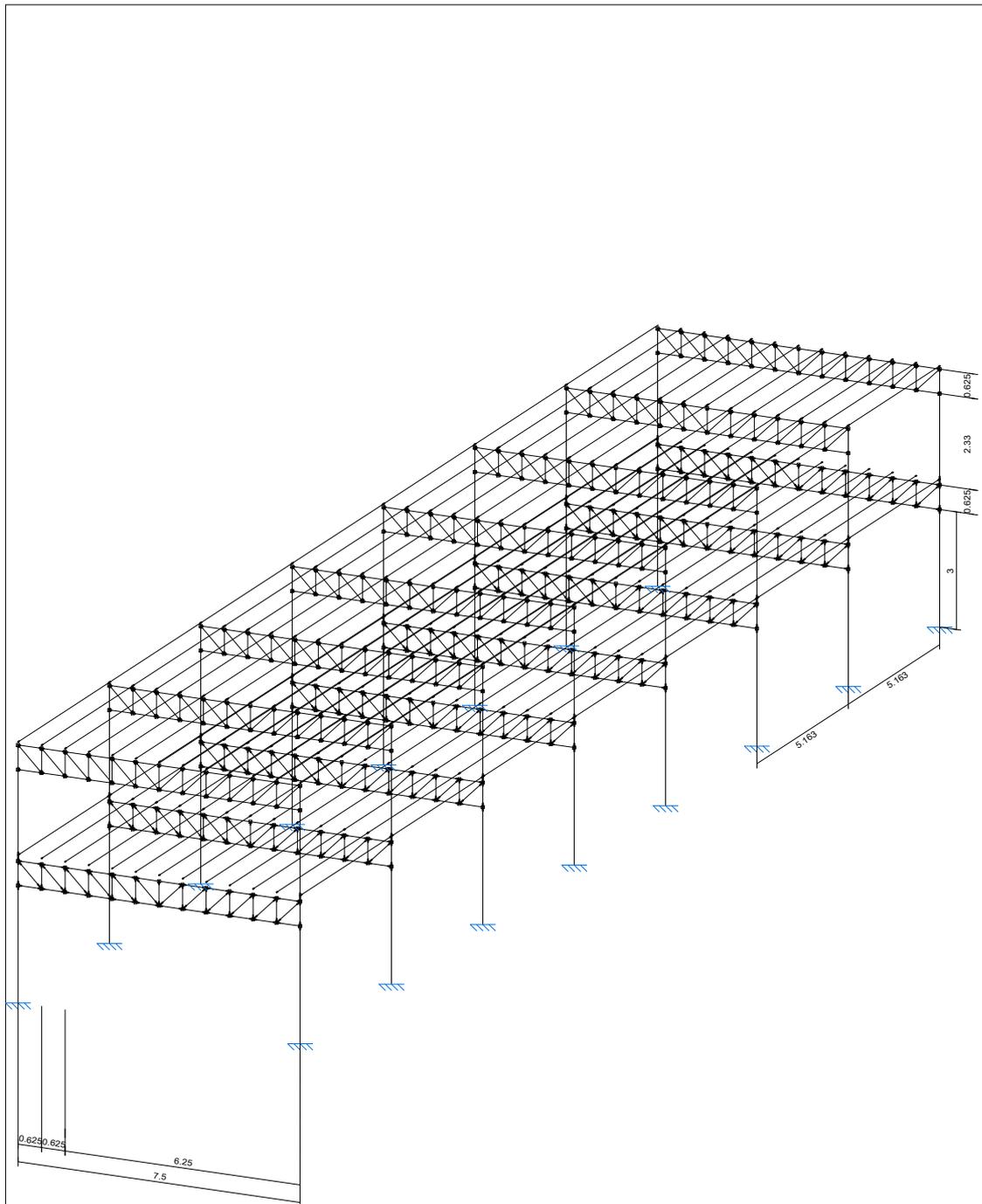
Bibliografía

- Trabajo de Construcciones Industriales
- PROYECTO ESTRUCTURAL DE CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL DE 4300 M2 PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA EMBOTELLADA PARA LA EMPRESA "AGUAS DE CHOVAR".
- CTE-DB-SE-AE_09 Acciones en la edificación
- DOCUMENTO BASICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL – CIMIENTOS
- DOCUMENTO BASICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL – ACERO
- BOLETÍN OFICIAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS núm. 155 de 6-VII-2015

PLANOS

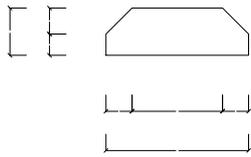
ÍNDICE

PLANO 1 – ESQUEMA 3D.....	87
PLANO 2 – DETALLE DE PLACA DE ANCLAJE CON RIGIDIZADORES	88
PLANO 3 – DETALLE DE PLACA DE ANCLAJE SIN RIGIDIZADORES	89
PLANO 4 – PLANTA DE LA CIMENTACION Y VIGAS DE ATADO	90
PLANO 5 – ARMADO DE ZAPATA Y VIGAS DE ATADO	91
PLANO 6 – ESQUEMA EN ALZADA PORTICOS Y CELOSIAS	92
PLANO 7 – ALZADA PORTICO CON PERFILES	93
PLANO 8 – DETALLE DE UNIONES ENTRE PILARES Y CELOSIAS 1.....	94
PLANO 9 – DETALLE DE UNIONES ENTRE PILARES Y CELOSIAS 2.....	95
PLANO 10 – DETALLE DE UNIONES ENTRE PILARES Y CELOSIAS 3.....	96

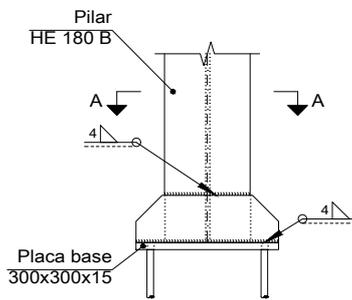


Proyecto: CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN		Expediente:
Propietario: CAMPOS DE NEMBRO SL		
Plano: 1	Planta:	
Ingeniero Santiago Nuñez Riva		

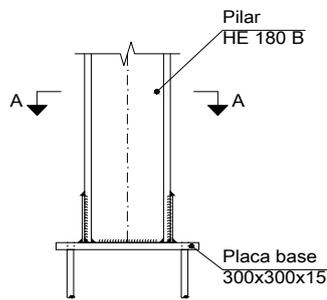
Tipo 8



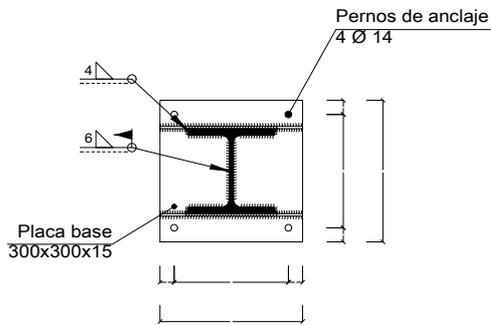
Rigidizadores x - x (e = 5 mm)



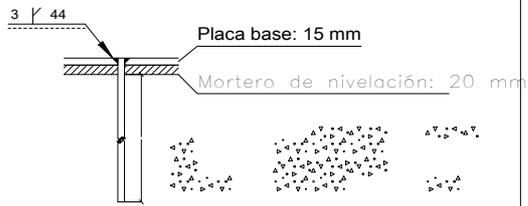
Alzado



Vista lateral



Sección A - A

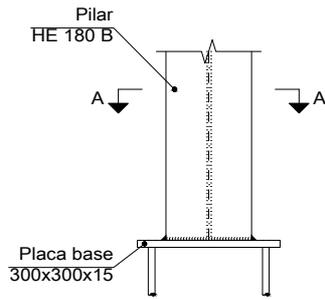


Anclaje de los pernos Ø 14,
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)

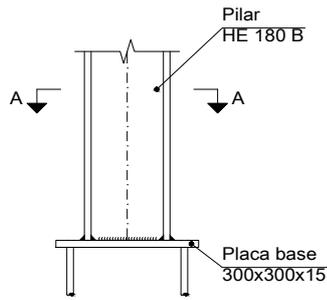
Escala 1:10

Proyecto: CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN		Expediente:
Propietario: CAMPOS DE NEMBRO SL		
Plano: 2	Planta:	
Ingeniero Santiago Nuñez Riva		

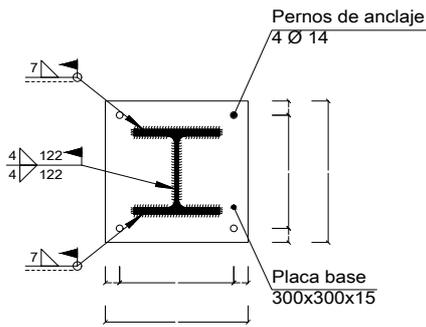
Tipo 11



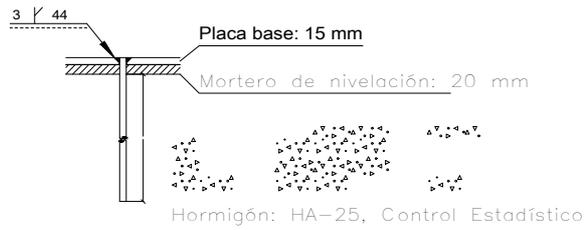
Alzado



Vista lateral



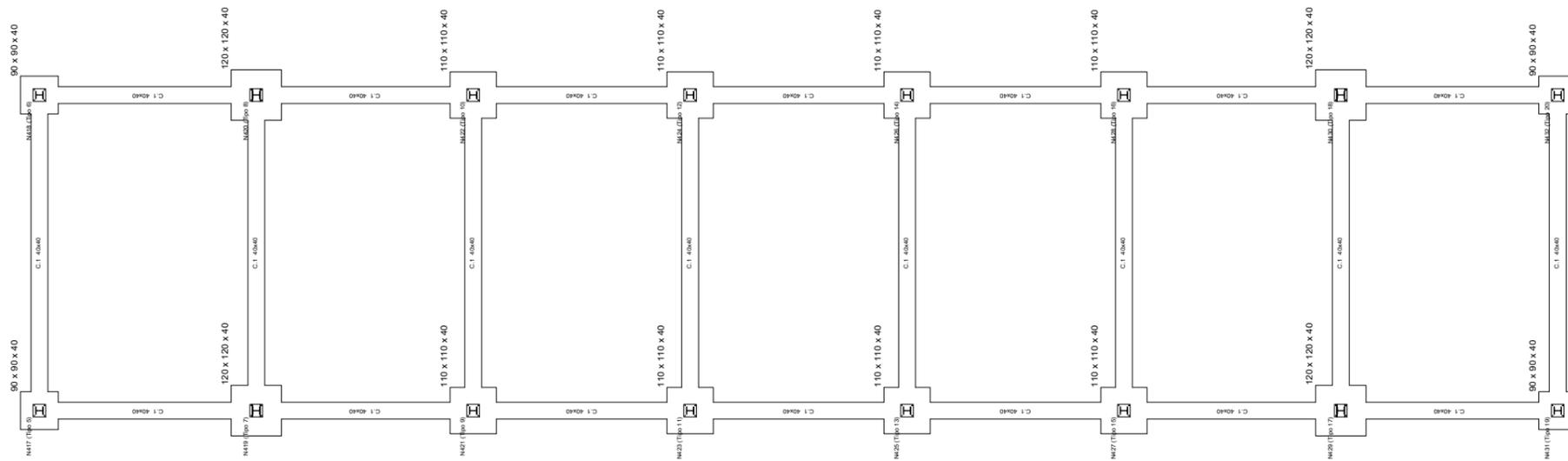
Sección A - A



Anclaje de los pernos $\varnothing 14$,
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)

Escala 1:10

Proyecto: CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN		Expediente:
Propietario: CAMPOS DE NEMBRO SL		
Plano: 3	Planta:	
Ingeniero Santiago Nuñez Riva		



Resumen Acero			
Elemento, Viga y Placa de anclaje	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 400 S, CN	08	524.0	227
	012	555.4	542
	016	174.4	303
			1072

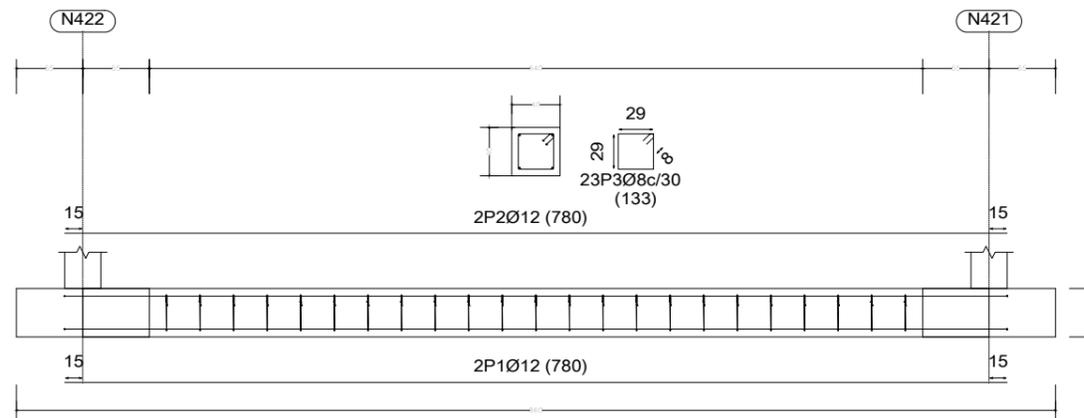
Cuadro de anclajes		
Referencias	Forma de Placa de Anclaje	Placa base (300x300x10)
N417, N418, N421 y N422	4 Pernos Ø 14	Placa base (300x300x10)
N419, N420, N423, N424, N425, N426, N427, N428, N429 y N430	4 Pernos Ø 14	Placa base (300x300x10)



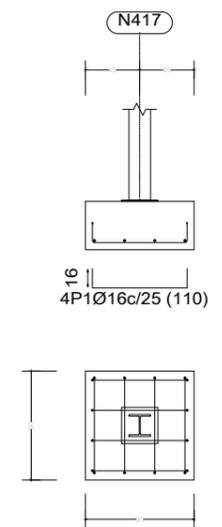
cuadros
cuadros vtr
Escala: 1:50

Proyecto:	CALCULO Y DISEÑO DE UNA RAJA DE CUADROS CON ALMACEN	Expediente:	
Propietario:			
Plano:	1	Planta:	
Arquitecto:	Gonzalo Muñoz Ruiz		

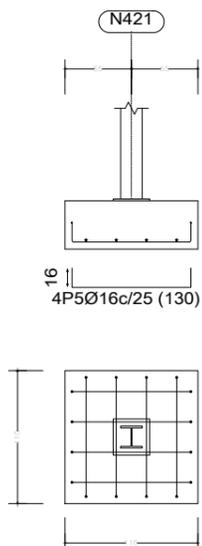
C.1 [N422-N421], C.1 [N418-N417], C.1 [N426-N425], C.1 [N420-N419], C.1 [N424-N423],
C.1 [N432-N431], C.1 [N430-N429] y C.1 [N428-N427]



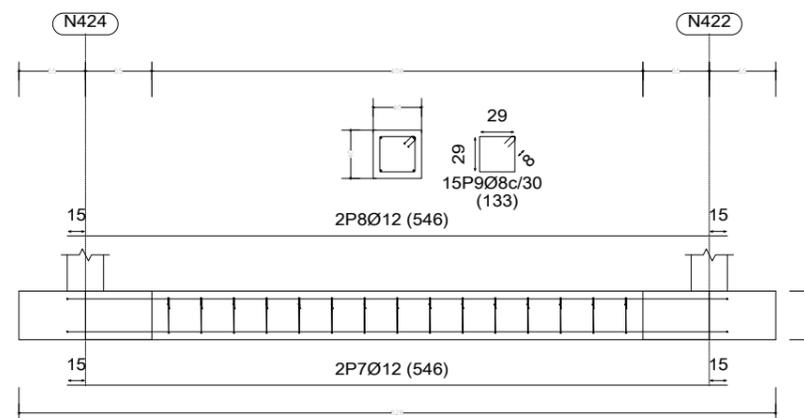
N417, N418, N431 y N432



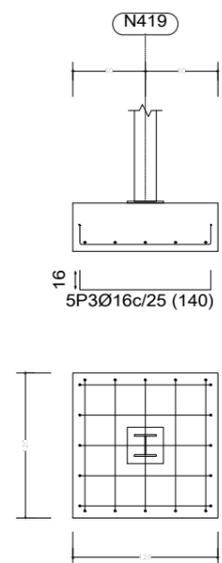
N421, N422, N423, N424, N425, N426,
N427 y N428



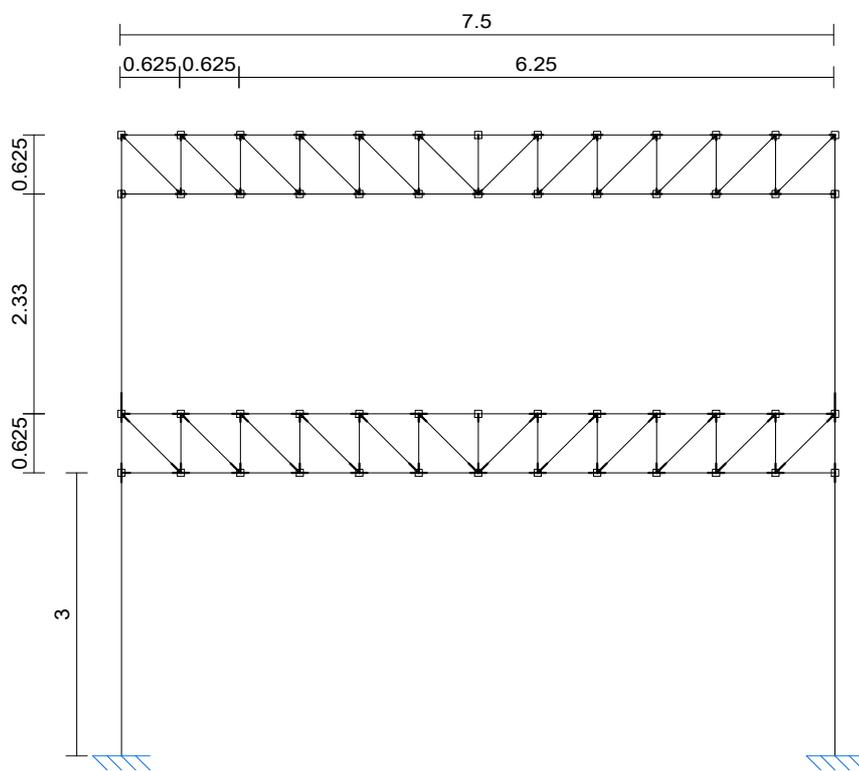
C.1 [N424-N422], C.1 [N419-N417], C.1 [N425-N423], C.1 [N428-N426],
C.1 [N420-N418], C.1 [N429-N427], C.1 [N422-N420], C.1 [N431-N429],
C.1 [N421-N419], C.1 [N423-N421], C.1 [N426-N424], C.1 [N430-N428],
C.1 [N427-N425] y C.1 [N432-N430]



N419, N420, N429 y N430

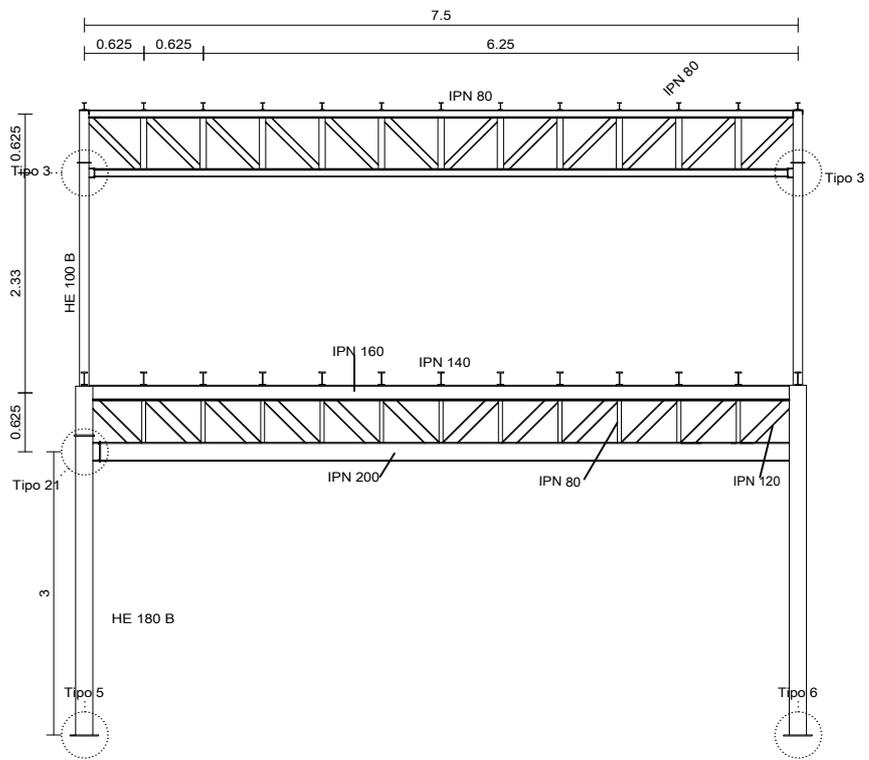


Proyecto:	CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA MESA DE CUADROS CON ALMACÉN		Expediente:
Propietario:			
Plano:	CS	Planta:	
Arquitecto:	Gonzalo Muñoz Ruiz		



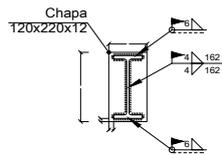
Escala 1:50

Proyecto: CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN		Expediente:
Propietario: CAMPOS DE NEMBRO SL		
Plano: 6	Planta:	
Ingeniero Santiago Nuñez Riva		

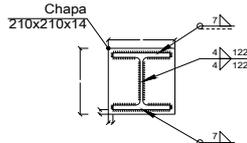


Escala 1:50

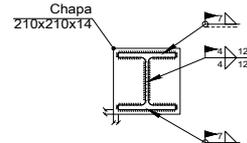
Proyecto: CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN		Expediente:
Propietario: CAMPOS DE NEMBRO SL		
Plano: 7	Planta:	
Ingeniero Santiago Nuñez Riva		



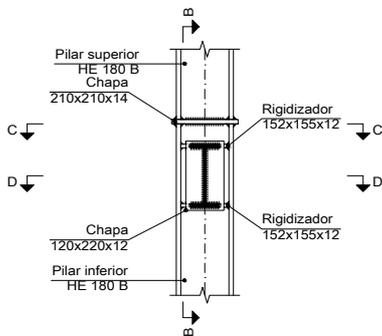
Detalle de soldaduras: Viga IPN 200 a chapa frontal



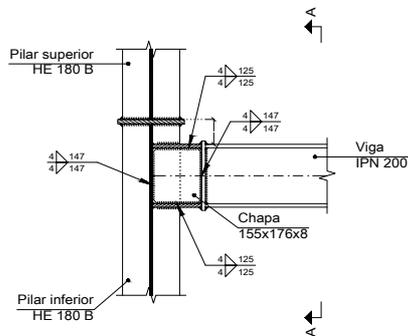
Detalle de soldaduras: Pilar inferior HE 180 B a chapa de transición



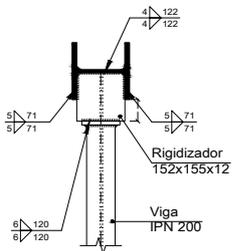
Detalle de soldaduras: Pilar superior HE 180 B a chapa de transición



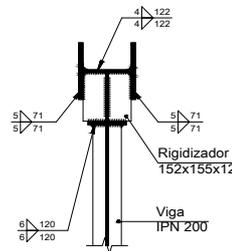
Sección A - A



Sección B - B



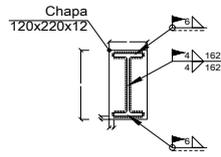
Sección C - C



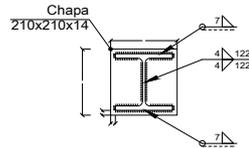
Sección D - D

Escala 1:15

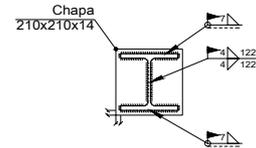
Proyecto: CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN		Expediente:
Propietario: CAMPOS DE NEMBRO SL		
Plano: 8	Planta:	
Ingeniero Santiago Nuñez Riva		



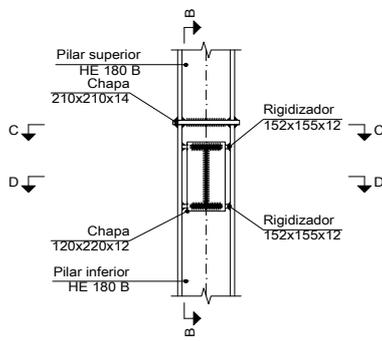
Detalle de soldaduras: Viga IPN 200 a chapa frontal



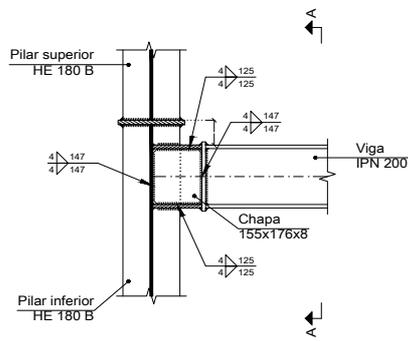
Detalle de soldaduras: Pilar inferior HE 180 B a chapa de transición



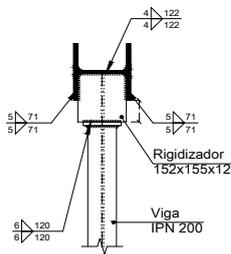
Detalle de soldaduras: Pilar superior HE 180 B a chapa de transición



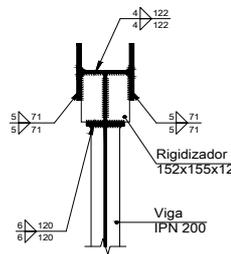
Sección A - A



Sección B - B



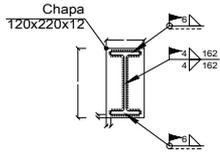
Sección C - C



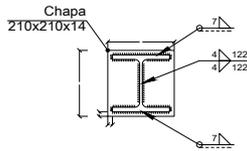
Sección D - D

Escala 1:15

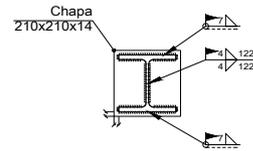
Proyecto: CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN		Expediente:
Propietario: CAMPOS DE NEMBRO SL		
Plano: 9	Planta:	
Ingeniero Santiago Nuñez Riva		



Detalle de soldaduras: Viga IPN 200 a chapa frontal

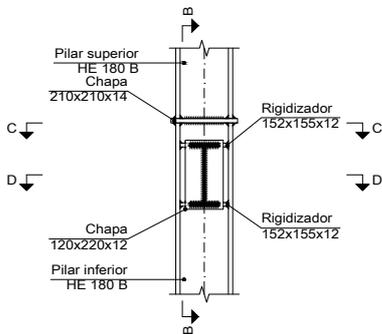


Detalle de soldaduras: Pilar inferior

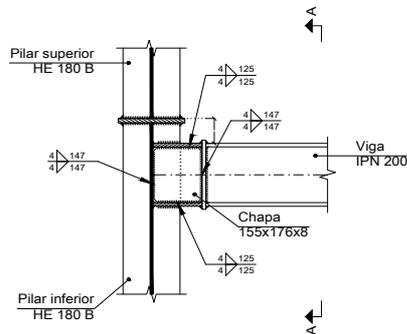


Detalle de soldaduras: Pilar superior

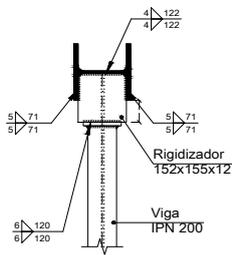
HE 180 B a chapa de transición HE 180 B a chapa de transición



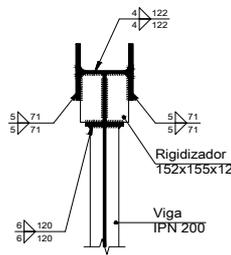
Sección A - A



Sección B - B



Sección C - C



Sección D - D

Escala 1:15

Proyecto: CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE DE CUADRAS CON ALMACEN		Expediente:
Propietario: CAMPOS DE NEMBRO SL		
Plano: 10	Planta:	
Ingeniero Santiago Nuñez Riva		

INTEGRACIÓN DE LOS ODSs EN EL TFM

Dimensión ODS	ODS identificada	Papel	Objetivo
Biosfera	Reducir el consumo de electricidad en la red y por lo tanto la emisión de CO2 por parte de la explotación agrícola	Primario	Reducir en un 20% el consumo de electricidad en la nueva nave con respecto a lo proyectado
Social	Integrar un habiente de trabajo mixto que de igualdad de oportunidades a todo el mundo	Secundario	Incorporar trabajadores cualificados sin importar su sexo
Economía	Asegurar un consumo y producción sostenible	Primario	Reduciendo el consumo eléctrico y optimizando los recursos de la nueva nave para reducir gastos fijos