



---

**Universidad de Valladolid**

Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,  
Agronómica y de la Energía

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TITULO: PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

~~~~~

**AUTOR:** HÉCTOR GUERREIRO DELGADO

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA QUÍMICA Y

TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE

**TUTOR:** IGNACIO DE GODOS CRESPO

**COTUTOR:** ALFONSO GARCÍA ÁLVARO

SORIA, SEPTIEMBRE DE 2024



**AUTORIZACIÓN del TUTOR**  
**del TRABAJO FIN DE GRADO**

D. Ignacio de Godos Crespo, profesor del departamento de Ingeniería Química y Tecnología del medio Ambiente como tutor del TFG, y por otro lado, D. Alfonso García Álvaro, profesor del departamento de Ingeniería Química y Tecnología del medio Ambiente como cotutor del TFG titulado:

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

presentado por el alumno D. Héctor Guerreiro Delgado da el Vº. Bº. y autoriza la presentación de este, considerando que el citado proyecto reúne todos los requisitos para su presentación y defensa en la convocatoria extraordinaria del curso 2023/2024.

Soria, 19 de septiembre de 2024

El tutor del TFG,

El Cotutor del TFG,

Fdo.: Ignacio de Godos Grespo

Fdo.: Alfonso García Álvaro



## **RESUMEN DEL TRABAJO**

**TÍTULO:** Proyecto de instalaciones con aprovechamiento de residuos de producción de frutales para obtención de bioetanol.

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente

**TUTOR:** Ignacio de Godos Crespo

**COTUTOR:** Alfonso García Álvaro

El presente proyecto surge con la intención de hacer una valoración de residuos de plantaciones frutales en forma de bioetanol. Concretamente, se ha centrado en una explotación de manzanos de 1.055 hectáreas ubicada en La Rasa, municipio de El Burgo de Osma, Soria.

Tras un estudio de alternativas previo, se ha decidido emplear las manzanas procedentes del aclareo para la producción de bioetanol, y la utilización de los restos de poda como apoyo energético para los procesos.

Partiendo de esa base, se ha llevado a cabo el diseño del proceso de producción de bioetanol desde la recogida de la materia prima en campo, hasta su almacenaje posterior. Se ha estimado una producción anual de 86,01 toneladas de bioetanol.

Se ha construido una nave dividida en tres áreas: almacén, oficina y área de producción. La zona de oficina cuenta con un servicio y un vestuario.



## **ÍNDICE GENERAL**

### **DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS**

ANEJO I: FICHA URBANÍSTICA

ANEJO II: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO III: CONDICIONANTES

ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO V: BALANCE DE MATERIA

ANEJO VI: BALANCE DE ENERGÍA

ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROCESO

ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

ANEJO IX: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

ANEJO X: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### **DOCUMENTO II: PLANOS**

PLANO 1: UBICACIÓN

PLANO 2: EMPLAZAMIENTO

PLANO 3: DIMENSIONADO DE CONSTRUCCIONES

PLANO 4.1: PLANTA DE CIMENTACIÓN

PLANO 4.2: DETALLES DE CIMENTACIÓN

PLANO 5: PLANTA DE PILARES

PLANO 6: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

PLANO 7: PLANTA DE CUBIERTA

PLANO 8: SECCIONES

PLANO 9: ALZADOS

PLANO 10: SANEAMIENTO

PLANO 11: INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO

PLANO 12: INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

### **DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTO**





---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## DOCUMENTO I: MEMORIA

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CAPÍTULO 1: OBJETO</b> .....                                     | 2  |
| <b>CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES</b> .....                               | 2  |
| <b>CAPÍTULO 3: AGENTES</b> .....                                    | 2  |
| <b>CAPÍTULO 4: EMPLAZAMIENTO</b> .....                              | 3  |
| <b>CAPÍTULO 5: BASES DEL ANTEPROYECTO</b> .....                     | 5  |
| <b>5.1. DIRECTRICES</b> .....                                       | 5  |
| <b>5.2. CONDICIONANTES</b> .....                                    | 5  |
| <b>5.2.1. CONDICIONANTES PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA</b> ... | 5  |
| <b>5.2.2. CONDICIONANTES EDAFOLÓGICOS</b> .....                     | 5  |
| <b>5.2.3. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS</b> .....                       | 6  |
| <b>5.2.4. MANO DE OBRA</b> .....                                    | 6  |
| <b>5.2.5. CONDICIONANTES LEGALES</b> .....                          | 6  |
| <b>CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS</b> .....                   | 7  |
| <b>6.1. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b> .....              | 7  |
| <b>6.2. ALTERNATIVAS</b> .....                                      | 7  |
| <b>6.3. SOLUCIÓN ADOPTADA</b> .....                                 | 8  |
| <b>CAPÍTULO 7: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....                   | 8  |
| <b>7.1. INGENIERÍA DEL PROCESO</b> .....                            | 8  |
| <b>7.2. INGENIERÍA DE LAS OBRAS</b> .....                           | 10 |
| <b>7.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA</b> .....            | 10 |
| <b>7.2.2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</b> .....                   | 11 |
| <b>CAPÍTULO 8: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....               | 12 |
| <b>CAPÍTULO 9: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....               | 13 |
| <b>CAPÍTULO 10: PLANIFICACIÓN</b> .....                             | 14 |
| <b>CAPÍTULO 11: VIABILIDAD ECONÓMICA</b> .....                      | 14 |
| <b>CAPÍTULO 12: RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b> .....                   | 15 |

## **CAPÍTULO 1: OBJETO**

El presente proyecto pretende diseñar, proyectar y sentar las bases para la ejecución de una planta de producción de bioetanol. Su objetivo es la valorización de los residuos de producción de frutales para obtención de bioetanol de calidad suficiente para mezcla con gasolina, siempre en busca de beneficio económico. Se establecerán las bases técnicas y económicas que permitan el correcto desarrollo de las labores planteadas.

Además, contribuirá a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, fomentará dinámicas de economía circular y reducirá el impacto ambiental derivado del uso de vehículos con motores de combustión interna.

## **CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES**

La empresa Nufri S.L. pretende llevar a cabo la valorización de los subproductos derivados de la producción de sus plantaciones. Esta empresa es propietaria, entre otras, de una plantación de manzanos de 1.055 hectáreas. Dada la elevada producción de residuos derivados de sus actividades, Nufri desea utilizarlos para producir bioetanol, un biocombustible perteneciente al grupo de las energías renovables. De este modo, solicita la implementación de algún tipo de sistema de producción que suponga un ingreso extra para la empresa.

En el estudio previo titulado “Anteproyecto de instalaciones con aprovechamiento de residuos de producción de frutales para obtención de bioetanol”, llevado a cabo por el mismo redactor del presente proyecto, Héctor Guerreiro Delgado con fecha de Enero de 2024 en el contexto de la asignatura de “Proyectos”, de la titulación Grado en Ingeniería Agraria y Energética de la Universidad de Valladolid.

## **CAPÍTULO 3: AGENTES**

El promotor del proyecto será la empresa Nufri S.L., empresa productora y comercializadora de una variada gama de frutas y hortalizas, propietaria de la finca en la que se llevará a cabo la labor de obtención de materia prima.

El proyectista será el alumno del Grado en Ingeniería Agraria y Energética, D. Héctor Guerreiro Delgado.

## CAPÍTULO 4: EMPLAZAMIENTO

El lugar donde está situada la nave es la calle La Ureba 6, del Polígono de la Güera, en el término municipal de El Burgo de Osma, en la provincia de Soria.

La parcela en la que se llevará a cabo tiene las siguientes características:

- Municipio: El Burgo de Osma (Soria)
- Calle: La Ureba 6
- Superficie: 3.026 m<sup>2</sup>
- Latitud: 41,554895
- Longitud: -3,090604
- Altitud: 895 m
- Huso UTM: 30

El espacio con el que cuenta la parcela es suficiente para la realización del presente proyecto, y se encuentra situada a unos 2 kilómetros del lugar de extracción de la materia prima.

La ficha urbanística se encuentra recogida en el Anejo I.



Figura 1: Situación nacional. Provincia de Soria.

Fuente: Wikipedia.org

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

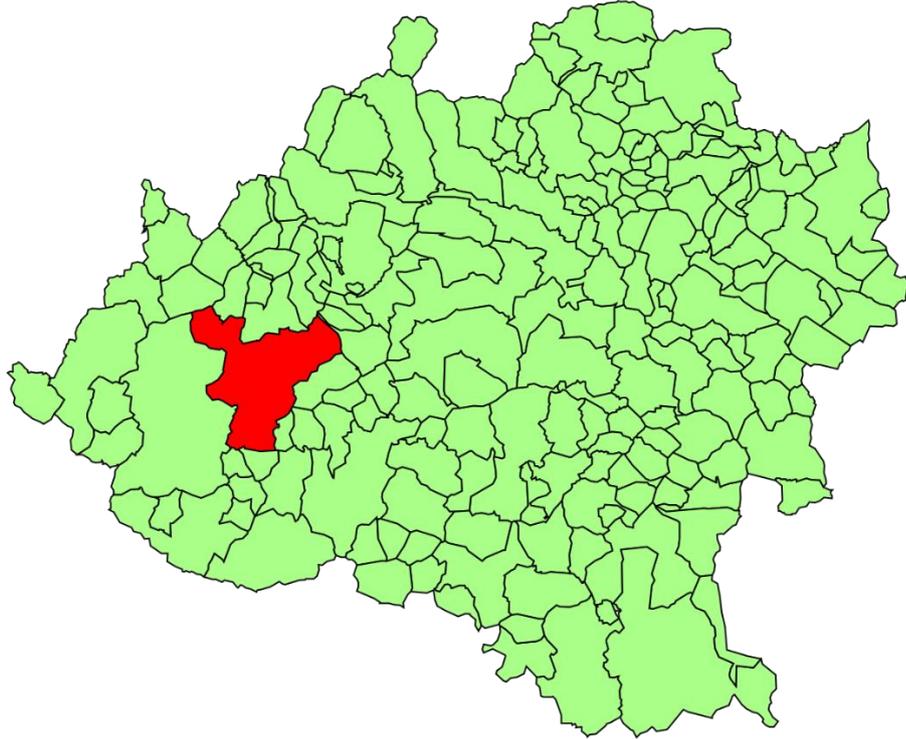


Figura 2: Situación provincial. Municipio de El Burgo de Osma.

Fuente: Wikipedia.org

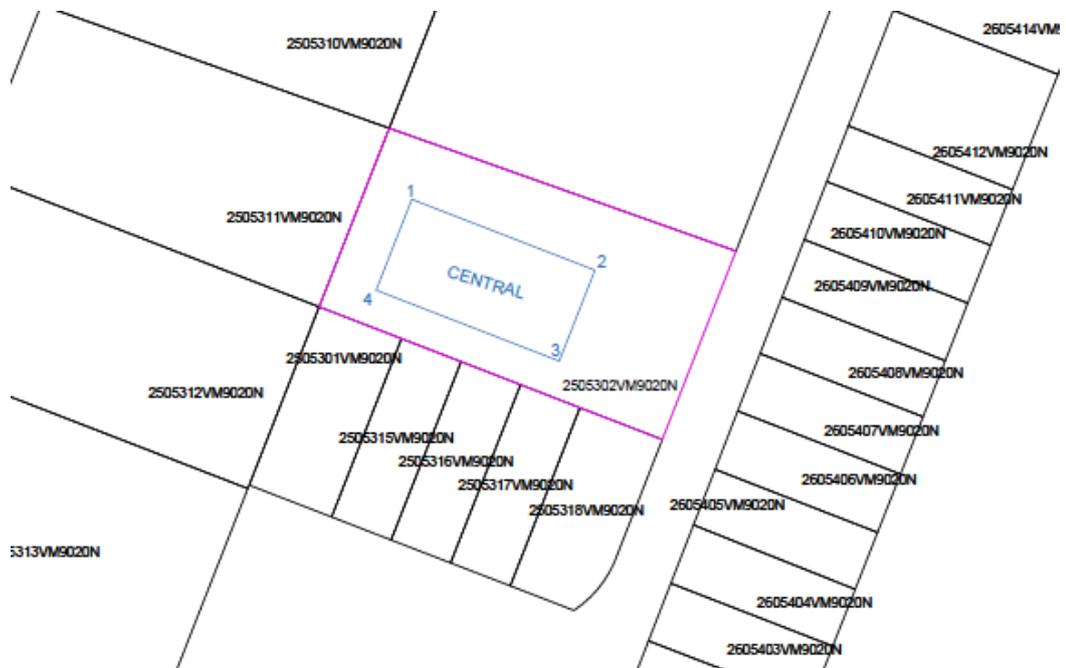


Figura 3: Situación local. Parcela en Polígono de la Güera

Fuente: Catastro

## CAPÍTULO 5: BASES DEL ANTEPROYECTO

### 5.1. DIRECTRICES

El bioetanol es el biocombustible con mayor demanda, generalmente utilizado como aditivo en los motores Otto, que emplean gasolina, aunque sus usos son muy variados. El desarrollo del presente proyecto va a favorecer entre otras cosas:

- Empleo de residuos de la plantación.
- Producción de biocombustibles
- Economía circular
- Reducción de la dependencia de combustibles fósiles
- Contribución con el desarrollo rural

### 5.2. CONDICIONANTES

Durante el desarrollo del proyecto, se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

#### 5.2.1. CONDICIONANTES PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA

La cantidad de recursos de que se va a disponer en este proyecto va a depender directamente de los siguientes factores:

- Aclareo químico: mediante la adición de determinadas sustancias pulverizadas en concentraciones adecuadas, se va a conseguir la eliminación de parte de las manzanas que serían susceptibles de ser empleadas para producción de bioetanol.
- Demoras en la recolección de la materia prima: el periodo de tiempo que van a permanecer las manzanas en el suelo de la plantación va a influir en la calidad del residuo, y por consiguiente en las etapas posteriores del proceso de producción

#### 5.2.2. CONDICIONANTES EDAFOLÓGICOS

Algunos de los factores edafológicos que van a influir en el desarrollo del proyecto van a ser:

- Contenido en materia orgánica del suelo: la eliminación de los diferentes residuos de producción de la plantación va a afectar al contenido en materia orgánica del suelo.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

- Textura del suelo: este parámetro estudia la proporción de las partículas que componen el suelo en función de su tamaño (arena, limo y arcilla). Dicho factor afecta a la capacidad de retención de agua y va a influir en la determinación de los residuos que van a ser sustraídos de la explotación.
- Pendiente del terreno: indica la inclinación o el desnivel del suelo. Este dato es empleado en la determinación de las estrategias de manejo de los restos de poda del cultivo.

### 5.2.3. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS

Los condicionantes climáticos van a influir directamente en la producción de los residuos que pretende emplear este proyecto. Se tendrán en cuenta los siguientes:

- Precipitaciones: una excesiva pluviometría en la zona durante los meses de sustracción de la materia prima podría favorecer la degradación de esta, además de dificultar las labores de campo.
- Temperaturas: la temperatura será otro factor en cuenta en la determinación de la posibilidad de eliminación de los residuos de la explotación.
- Heladas: de producirse una helada en estados vegetativos críticos, la producción de manzanas podría verse afectada significativamente, afectando de manera directa a la viabilidad del presente proyecto.

### 5.2.4. MANO DE OBRA

Dada la ubicación de la parcela en la que se va a centrar este proyecto, se va a promover la contratación de personas residentes en el entorno cercano a la explotación, favoreciendo el desarrollo local y generando puestos de trabajo en zonas afectadas por la despoblación.

### 5.2.5. CONDICIONANTES LEGALES

La normativa aplicable a este proyecto aparece detallada en el Anejo III: Condicionantes, teniendo en cuenta normativa a nivel europeo y nacional, sobre el uso de biocarburantes, sostenibilidad, protección contra incendios y máquinas.

## CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En el Anejo II: Estudio de alternativas, se han tenido en consideración varias opciones acerca de los distintos aspectos que componen el proyecto.

### 6.1. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para cada alternativa planteada, se han tenido en cuenta distintos parámetros, realizando después del planteamiento de todas ellas una tabla comparativa valorando de 0 a 5 la mejor opción para cada parámetro, siendo 5 la puntuación más alta (más favorable) y 0 la puntuación más baja (menos favorable). Finalmente, la alternativa cuya puntuación obtenida sea mayor, será la seleccionada entre todas las planteadas.

### 6.2. ALTERNATIVAS

Se han valorado las siguientes alternativas:

- Emplazamiento de la nave: dado que no se contaba con una parcela en propiedad, se recurre a la compra de esta para utilizarla como espacio fundamental en el desarrollo de la actividad.
- Uso de los residuos: los residuos contemplados han sido fundamentalmente dos, las manzanas procedentes del aclareo y los restos de poda. Se ha valorado el empleo de ambos residuos por separado para la producción de bioetanol, la utilización de los dos juntos para el mismo fin, y finalmente se ha evaluado la producción de bioetanol a partir de las manzanas del aclareo únicamente y la utilización de los restos de poda como combustible en una caldera de biomasa para el aporte energético a los procesos. Se ha tenido en cuenta que la cantidad de residuos media para cada uno de los residuos ronda los 2.000.000 kg para las manzanas procedentes del aclareo y los 250.000 kg para los restos de poda.
- Recogida de la materia prima: para la recolección de los residuos empleados se han valorado la recogida manual del suelo, la recogida simultánea al aclareo y finalmente la recogida mecanizada empleando un apero agrícola de aspiración.
- Pretratamiento: la elección del pretratamiento adecuado va a ser un factor fundamental para la eficiencia de nuestro proyecto, ya que de él va a depender el rendimiento de las siguientes etapas de producción. Se han tenido en cuenta los pretratamientos de explosión a vapor, explosión a vapor catalizada e hidrólisis ácida.
- Hidrólisis y fermentación: con la hidrólisis se va a convertir moléculas complejas en glucosa y mediante la fermentación se va a producir la transformación de la glucosa en alcohol (posterior bioetanol). Se han valorado la HFS (Hidrólisis

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Enzimática y Fermentación Separadas) y la SFS (Sacarificación y Fermentación Simultáneas).

- Electricidad: por otro lado, se ha valorado el uso de diferentes fuentes de energía. Las opciones valoradas han sido la conexión a red, el uso de un generador de gasóleo y la instalación de placas solares.

### 6.3. SOLUCIÓN ADOPTADA

Finalmente, y tras las consideraciones oportunas, se ha determinado que la opción más adecuada para los intereses del propio proyecto ha sido la siguiente:

Tabla 1: Alternativas seleccionadas

| ALTERNATIVA                  | SOLUCIÓN ADOPTADA                                      |
|------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Emplazamiento de la nave     | C/ La Ureba 6, pol. Ind. La Güera (El Burgo de Osma)   |
| Uso de los residuos          | Manzanas del aclareo para bioetanol y quema de la poda |
| Recogida de la materia prima | Recogida mecanizada mediante aspiradora de frutos      |
| Pretratamiento               | Explosión a vapor catalizada                           |
| Hidrólisis y fermentación    | SFS (Sacarificación y Fermentación Simultáneas)        |
| Electricidad                 | Conexión a red                                         |

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 7: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo recoge una descripción fundamental tanto del método de producción empleado para la producción de bioetanol, como de las obras realizadas.

### 7.1. INGENIERÍA DEL PROCESO

El proceso detallado de recoge en el Anejo VII: Ingeniería del proceso. La forma de proceder la podemos distinguir en tres etapas diferenciadas.

## DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

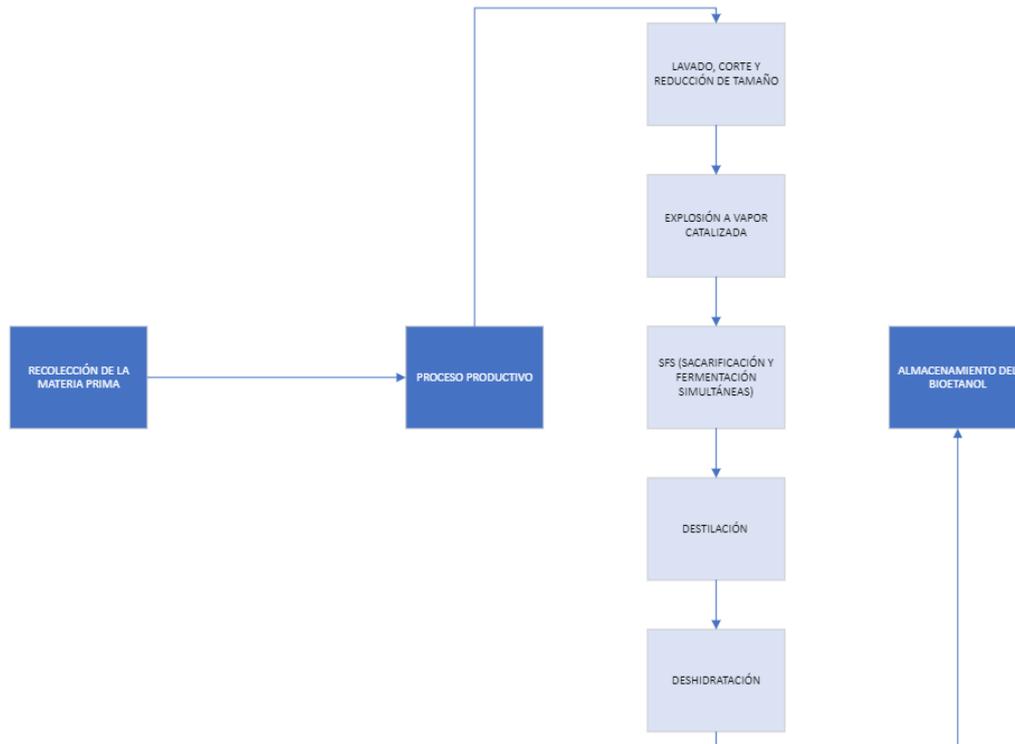


Figura 4: Etapas de la Ingeniería del Proceso

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se producirá la recogida de las materias primas de la explotación de manzanos. Para la recogida de las manzanas procedentes del aclareo se empleará una aspiradora de frutos, que irá equipada sobre un tractor. Este apero irá almacenando este residuo en una tolva de 1,2 m<sup>3</sup> y posteriormente se verterá en un camión para su transporte hasta la planta de producción. La recogida de los restos de poda se llevará a cabo de manera manual, al ser su recolección mecanizada más compleja debido a la irregularidad en tamaño y forma de las ramas.

El proceso productivo en sí se llevará a cabo en la nave construida, diferenciándose en claramente en las siguientes etapas:

- Lavado, corte y reducción de tamaño: el lavado de las manzanas se lleva a cabo con el fin de eliminar suciedad, pesticidas, residuos químicos y otros contaminantes de la superficie. Para ello se emplea una lavadora de frutas, que desplaza los residuos por una cinta mientras estos son rociados con agua a alta presión. Después del lavado, se lleva a cabo el corte y la reducción de tamaño del material, en una cortadora y trituradora industrial. El objetivo es aumentar la superficie de contacto para una mayor eficiencia en las etapas próximas.
- Explosión a vapor catalizada: esta etapa consiste en la descomposición de la biomasa lignocelulósica, empleando un catalizador (en este caso, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y sometiendo el material a 40 bar de presión y 200°C, durante un periodo de 5

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

minutos. Para ello se emplea un reactor de explosión a vapor con una capacidad de 800 litros.

- SFS (Sacarificación y Fermentación Simultáneas): durante este proceso se produce la conversión enzimática de la celulosa a azúcares fermentables y la fermentación de estos en el mismo reactor, simultáneamente. El reactor llevará la mezcla a una temperatura óptima para la fermentación de en torno a 35°C se mantendrá un rango de pH entre 4,8 y 5,5. La levadura empleada para la fermentación será *Saccharomyces cerevisiae*.
- Destilación: proceso consistente en la separación del etanol del resto de sustancias que componen la mezcla procedente de la fermentación. Se llevará a cabo en una columna de destilación continua, elevando la temperatura hasta los 90°C, temperatura que supera el punto de ebullición del bioetanol (en torno a los 78°C), pero no alcanza el del agua.
- Deshidratación: finalmente, para la obtención del producto final, el bioetanol con una concentración suficiente para su uso en motores de combustión interna, se llevará a cabo la etapa de destilación azeotrópica. Se llevará a cabo en un equipo de destilación azeotrópica y el solvente adicionado será el ciclohexano. La mezcla de agua, etanol y el ciclohexano va a dar lugar a un azeótropo ternario, generando dos fases líquidas que van a permitir la separación del etanol y del agua.

Logrado el producto final, el almacenaje se realizará en un tanque con una capacidad de 40.000 litros. Allí permanecerá el bioetanol desde su producción hasta su venta a terceros. El almacenaje de los restos de poda, por su parte, se hará en el exterior de la nave, recubriendo la biomasa con una lona plástica para evitar que la humedad la deteriore. Para el almacenaje de las manzanas procedentes del aclareo se habilitará un espacio dentro de la propia nave, separada por un tabique del resto de la planta de producción.

Aparte estará la caldera de biomasa, con el objetivo de emplear los residuos procedentes de la poda para el aporte energético a los procesos de producción de bioetanol.

## 7.2. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Detallado en el Anejo VIII: Ingeniería de las obras, en este apartado se describen a modo de resumen las características de las obras que van a realizarse para este proyecto.

### 7.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

Las obras del proyecto consistirán en una nave de 800 m<sup>2</sup> (40x20 m) que hará la función de planta de producción de bioetanol, compuesta por tres zonas diferenciadas:

## DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

- El área de producción, donde se ubicarán las máquinas para la obtención del producto. Esta zona cuenta con una superficie de 400 m<sup>2</sup> (40x10 m).
- El almacén de manzanas del aclareo, con una superficie de 300 m<sup>2</sup> (30x10 m).
- La oficina, que tendrá una superficie de 100 m<sup>2</sup> (10x10 m). Dentro de la oficina se ubicarán el servicio y el vestuario, ambos con una superficie de 10 m<sup>2</sup> (2x5 m).

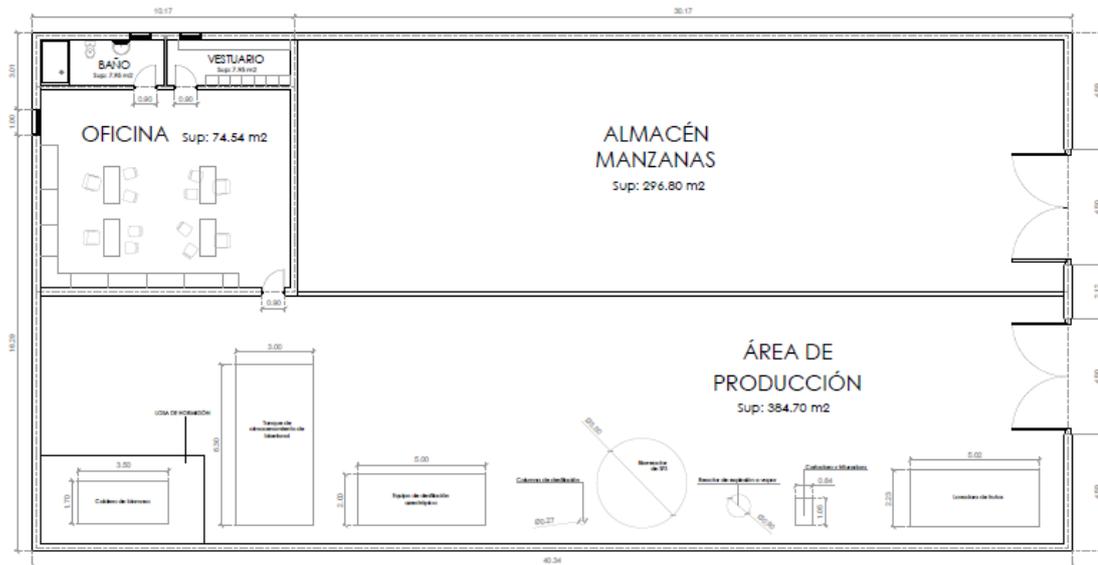


Figura 5: Áreas de distribución de la nave

Fuente: Elaboración propia (AutoCAD)

La altura de las paredes será de 6 metros y la altura a la cumbrera de 7 metros.

### 7.2.2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Los elementos que componen la nave, así como sus características, son los siguientes:

- Cubierta de panel tipo sándwich de 30 mm de espesor.
- Cerramiento de paneles prefabricados de hormigón armado de 20 cm de espesor.
- Estructura formada por 9 pórticos separados 5 metros entre sí. Los pórticos hastiales constarán de dos pilares de acero HE 340 B, de 6 metros de altura y de dos vigas de acero HE 240 B de 10,05 metros. Por otro lado, los pórticos interiores estarán formados por dos pilares de 6 metros de acero HE 300 B y dos vigas de 10,05 metros de acero HE 280 B.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

- Tabiques interiores formados por rasillones de 50x20x7 cm, recibido con mortero de cemento y lucido con yeso.
- Correas de atado de cubierta de acero IPE 180 y con 1,2 m de separación y correas laterales de acero IPE 140 y separadas 1 m.
- La cimentación estará compuesta por 18 zapatas de hormigón HA-25, y acero B 500 S. Las zapatas hastiales (Z1) tendrán unas dimensiones de 310x310x95 cm, mientras que las zapatas interiores (Z2) tendrán unas dimensiones de 260x260x95 cm. La riostra de atado de las zapatas medirá 40x40 cm.
- La solera estará formada por hormigón HA-25, armado con mallazo de 6 mm de diámetro cada 20 cm.
- La nave contará con 2 puertas basculantes automáticas de 4,5x4,5 m.
- En cuanto a la iluminación, el área de producción contará con 10 luminarias de 58 W y 5.200 lm, el almacén con dos de las mismas luminarias, la oficina con 12 luminarias de 36 W y 2.000 lm, y el servicio y el vestuario con una luminaria cada una de la misma potencia y capacidad lumínica.

Para el cálculo de estructuras se ha empleado el programa "CYPE". Este nos va a hacer un cálculo de la construcción teniendo en cuenta las cargas que va a soportar la misma. Se ha aportado el listado generado por CYPE en el anejo relativo a obras, donde se verifica que la estructura cumple con las condiciones exigidas por el Código Técnico de la Edificación, el CTE.

## CAPÍTULO 8: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental se establecen en sus anexos los tipos de proyectos que requieren de Evaluación de Impacto Ambiental.

En particular, un proyecto de producción de bioetanol a partir de residuos de manzana está exento de llevar a cabo el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) correspondiente. A pesar de ello, se indican a continuación los impactos más significativos, así como medidas correctoras propuestas:

- Ruido y vibraciones: en ningún momento el nivel de ruido superará el umbral máximo establecido en la normativa de seguridad e higiene en el trabajo. Aun así, el área que más ruido va a generar es el área de producción. Por ello, algunas de las medidas correctoras que sería posible implementar son: el anclaje de las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones, el empleo adecuado de las mismas.
- Residuos sólidos asimilables a urbanos: los residuos producidos serán embalajes, material de oficina, restos de la producción del bioetanol, etc. Estos

serán retirados por el servicio de recogida de basuras del municipio de El Burgo de Osma, tres veces en semana.

- Residuos inertes: piezas averiadas de máquinas, residuos de metal, chatarras, etc. Todos ellos serán depositados en un contenedor y, una vez lleno, una empresa especializada los retirará.
- Residuos tóxicos y peligrosos: la actividad desarrollada en este proyecto no genera ningún residuo tóxico o peligroso.
- Aguas residuales: habrá dos tipos de aguas residuales: aguas fecales y aguas pluviales. En cuanto a la gestión de las aguas fecales, se instalará una red de saneamiento, detallada en el Documento II: Planos, en el plano nº10: Saneamiento. Las aguas pluviales discurrirán por la cubierta de la nave e irán a un canalón colocado en los aleros, que la recogerán y la drenarán al exterior de la nave.

## CAPÍTULO 9: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, en su artículo número 4 se impone la obligatoriedad de la redacción de este estudio en caso de cumplirse alguno de los siguientes supuestos:

- *Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).*
- *Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.*
- *Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.*
- *Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.*

Al ser el presupuesto del proyecto superior al indicado, se hace obligatoria la presencia de este documento en el mismo.

En el Anejo X: Estudio básico de seguridad y salud, se desarrolla el documento con el fin de trazar unas directrices generales en este ámbito.

## CAPÍTULO 10: PLANIFICACIÓN

En el anejo VIII: Ingeniería de las obras, encontramos los detalles de las obras de este proyecto.

La planificación de las obras queda recogida en el Diagrama de Gantt, como podemos observar a continuación. Divide el proyecto por tareas y aporta una duración en semanas para cada una de ellas.

Tabla 2: Diagrama de Gantt

| Tarea                  | Número de semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                        | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Permisos y licencias   | █                | █ | █ | █ | █ | █ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Replanteo              |                  |   |   |   |   |   | █ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Movimiento de tierras  |                  |   |   |   |   |   | █ | █ | █ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Excavaciones           |                  |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Cimentación            |                  |   |   |   |   |   |   |   |   | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Solera                 |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |
| Estructura             |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | █  | █  | █  |    |    |    |    |    |
| Cubierta               |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | █  |    |    |    |    |    |
| Instalación hidráulica |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | █  |    |    |    |    |
| Instalación eléctrica  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | █  | █  |    |    |
| Iluminación            |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | █  | █  |    |
| Instalación maquinaria |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | █  | █  |
| Puesta en marcha       |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | █  |

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 11: VIABILIDAD ECONÓMICA

Con el objetivo de conocer la rentabilidad del proyecto y en cuántos años se recuperará la inversión, se ha llevado a cabo el Anejo IX: Estudio de viabilidad económica.

Para el cálculo de los ingresos, se ha tenido en cuenta que la producción de bioetanol anual estimada es de 86,01 toneladas, dato extraído del Anejo V: Balance de materia.

En este estudio, se han planteado dos escenarios, uno de ellos sin subvención, y otro en el que el proyecto recibe una subvención del 40% sobre la inversión inicial.

Para cada una de las opciones, se han calculado el VAN, la TIR y el PayBack o plazo de recuperación. A modo de resumen, en la siguiente tabla:

| VAN (€)         | TIR (%)     | PayBack         |
|-----------------|-------------|-----------------|
| t=15; 11.570,08 | t=15; 3,147 | 14 año 10 meses |
| t=9; 64.099,34  | t=9; 5,066  | 8 años 2 meses  |

## CAPÍTULO 12: RESUMEN DEL PRESUPUESTO

A continuación, se muestra un cuadro resumen del presupuesto, detallado en el Documento IV: Mediciones y presupuesto.

|                          |                                     |                       |
|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| CAPÍTULO 1               | MOVIMIENTO DE TIERRAS               | 2.533,69 €            |
| CAPÍTULO 2               | SANEAMIENTO                         | 3.386,30 €            |
| CAPÍTULO 3               | HORMIGONES                          | 301.194,95 €          |
| CAPÍTULO 4               | ESTRUCTURA METÁLICA                 | 73.245,70 €           |
| CAPÍTULO 5               | CUBIERTA                            | 33.120,80 €           |
| CAPÍTULO 6               | ALBAÑILERÍA                         | 75.651,96 €           |
| CAPÍTULO 7               | CARPINTERÍA, CERRAJERÍA y VIDRIERÍA | 2.501,55 €            |
| CAPÍTULO 8               | INSTALACIÓN DE FONTANERÍA           | 13.531,81 €           |
| CAPÍTULO 9               | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS         | 418,43 €              |
| CAPÍTULO 10              | PINTURA                             | 222,88 €              |
| CAPÍTULO 11              | INSTALACIÓN ELÉCTRICA               | 6.802,39 €            |
| CAPÍTULO 12              | MAQUINARIA E INSTALACIONES          | 206.689,72 €          |
| CAPÍTULO 13              | SEGURIDAD Y SALUD                   | 14.386,00 €           |
| <b>TOTAL</b>             |                                     | <b>733.686,18 €</b>   |
| 15 % Gastos generales    |                                     | 110.052,93 €          |
| 7 % Beneficio industrial |                                     | 51.358,03 €           |
| <b>TOTAL</b>             |                                     | <b>895.097,14 €</b>   |
| 21 % IVA                 |                                     | 187.970,40 €          |
| <b>TOTAL</b>             |                                     | <b>1.083.067,54 €</b> |

El presupuesto de ejecución por contrata con IVA asciendo a la cantidad de **UN MILLÓN OCHENTA Y TRES MIL SESENTA SU SIETE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (1.083.067,54 €)**.

Soria, a 16 de enero de 2024

Fdo:

**Alumno: Héctor Guerreiro Delgado**



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## ANEJO I: FICHA URBANÍSTICA

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|    |                                   |   |
|----|-----------------------------------|---|
| 1. | CLASIFICACIÓN DEL TERRENO .....   | 2 |
| 2. | NORMATIVA AUTONÓMICA .....        | 3 |
| 3. | NORMATIVA PROVINCIAL.....         | 4 |
| 4. | NORMATIVA MUNICIPAL.....          | 5 |
| 5. | CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA..... | 6 |

# 1. CLASIFICACIÓN DEL TERRENO

La parcela en la cual se va a llevar a cabo el presente proyecto se encuentra en el polígono de la Güera, término municipal del Burgo de Osma, provincia de Soria, en la calle la Ureba 6. El propietario del terreno es el promotor del proyecto, la empresa SAT N 1596 NUFRI RESP LIMIT.

La parcela se encuentra dentro del término municipal, a unos 2 Km del núcleo poblacional. Tiene una superficie de 3.026 m<sup>2</sup> y queda incluida en la categoría 30, clasificada como herbácea, labor de secano intensiva.

Estos datos se han obtenido de los mapas de Normas subsidiarias de Ámbito Provincial de Soria, los cuales dividen la provincia en una serie de hojas. La parcela en la que se va a realizar este proyecto, en el término municipal de El Burgo de Osma, se encuentra en la hoja nº377 de las Normas subsidiarias de la provincia de Soria. Divide el territorio en colores, en función del tipo de terreno que sea. En nuestro caso, la parcela se encuentra dentro de la zona verde, clasificada con el número 30, siendo herbácea, de labor intensiva.

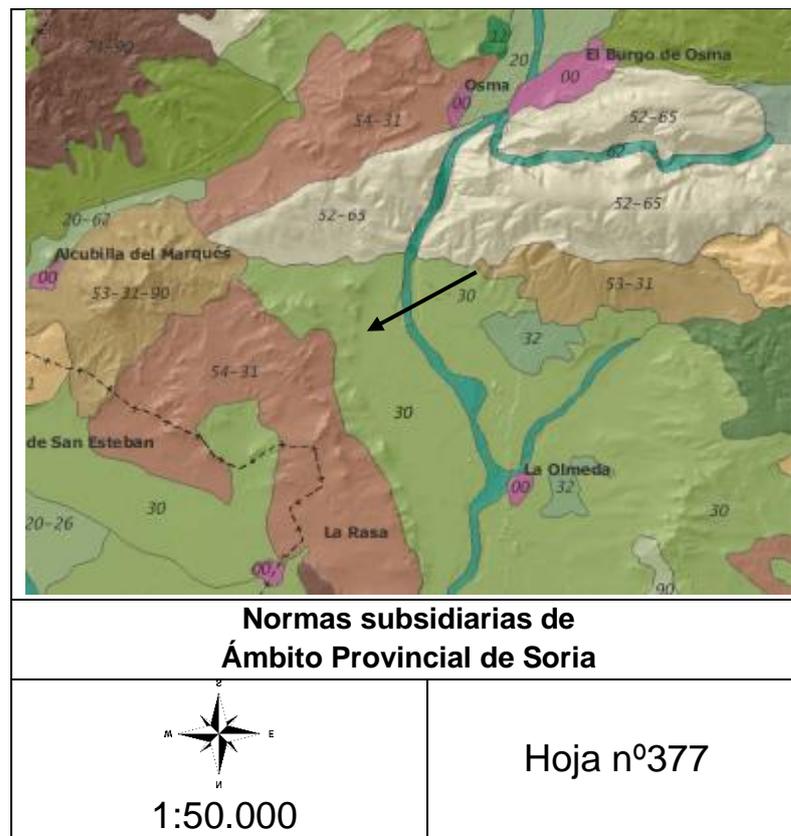


Figura 1: Hoja nº 377 de las Normas subsidiarias de la provincia de Soria

Fuente: Normas subsidiarias de la provincia de Soria

## 2. NORMATIVA AUTONÓMICA

El Código de Urbanismo de Castilla y León, en su edición actualizada a 1 de abril de 2024 establece la normativa urbanística autonómica aplicable a nuestro proyecto en los siguientes artículos:

### **Artículo 36. Sostenibilidad y protección del medio ambiente.**

*d) En sectores con uso predominante industrial o de servicios, no se permitirá una ocupación del terreno por las construcciones superior a dos tercios de la superficie del sector.*

### **Artículo 36 ter. Eficiencia energética y energías renovables.**

*2 Asimismo el planeamiento urbanístico fomentará el uso de las energías renovables técnica y económicamente viables y la sustitución progresiva del empleo de combustibles fósiles, en especial en las áreas industriales.*

### **Artículo 52 bis. Trámite ambiental.**

*1. Conforme a la legislación básica del estado en la materia, serán objeto de evaluación ambiental los instrumentos de planeamiento general que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, entendiendo como tales:*

*b) Las modificaciones de instrumentos de planeamiento general en las que concurran alguna de las siguientes circunstancias:*

*4.º Que se incremente más de un 20 % la superficie conjunta de suelo urbano y urbanizable respecto de la ordenación anterior. Si el uso predominante es industrial, sólo se requerirá evaluación ambiental si además el ámbito es mayor de 50 hectáreas.*

### **Artículo 105. Supuestos de interés general.**

*1. En casos excepcionales y justificados en razones de interés general, el Ayuntamiento podrá conceder licencia urbanística para la implantación de usos industriales o de servicios, previamente al cumplimiento íntegro de los deberes urbanísticos, siempre que:*

*a) Esté aprobado el instrumento de planeamiento urbanístico que establezca la ordenación detallada de los terrenos.*

*b) El uso propuesto sea el previsto en el planeamiento urbanístico.*

*c) El promotor haya presentado en el Ayuntamiento compromiso del íntegro cumplimiento de los deberes urbanísticos, garantizado conforme a lo previsto en el artículo 96.*

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

2. Las licencias otorgadas conforme a este artículo deberán fundamentar expresamente el supuesto de interés general que las justifique, y las condiciones especiales que incluyan se harán constar en el Registro de la Propiedad.

## 3. NORMATIVA PROVINCIAL

La Redacción de las Normas Urbanísticas Territoriales de ámbito provincial de Soria, aprobado el 10 de octubre de 2023 por Orden de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y ordenación del Territorio, establece en los siguientes artículos las condiciones de edificación aplicables a nuestro proyecto:

### **Artículo 50. Altura máxima de construcciones y edificaciones.**

2. Salvo que en determinados usos o categorías sea regulada con carácter particular, la altura máxima de las construcciones será de 9 metros. La cumbreira no podrá superar una altura de 11 metros.

### **Artículo 51. Protección mínima de las vías públicas y retranqueos.**

3. Sin perjuicio de lo que establezca la legislación sectorial y de las excepciones que se establezcan en las condiciones particulares de cada uso, con carácter general, se fija un retranqueo mínimo de las edificaciones, construcciones e instalaciones puntuales de 5 metros a todos los linderos.

### **Artículo 68. Condiciones particulares de uso y edificación de las construcciones vinculadas a la explotación agrícola, ganadera, forestal, piscícola y cinegética.**

1. La ocupación máxima de la parcela ocupada por las edificaciones y construcciones vinculadas a la explotación agrícola, ganadería extensiva, forestal y análogas responderá a los siguientes umbrales:

- a. Los primeros 2.000 m<sup>2</sup> de la superficie de parcela, la ocupación máxima será del 40%.
- b. El segundo tramo entre 2.000 m<sup>2</sup> y 10.000 m<sup>2</sup> de la superficie de parcela, la ocupación máxima será del 25%.
- c. De 10.000 m<sup>2</sup> en adelante de la superficie de parcela, la ocupación máxima será del 15%.

## 4. NORMATIVA MUNICIPAL

En el Plan General de Ordenación Urbana de El Burgo de Osma, se establece la normativa aplicable a nuestro proyecto, definida en el siguiente artículo:

### **ARTICULO 168.- AREAS EDIFICABLES.**

*Son las áreas destinadas a localizar la edificación y estarán sujetas a unas condiciones de aprovechamiento que vendrán definidas por los siguientes factores.*

- 1. Tipo de edificación. Para cada manzana o área edificable, deberá fijarse uno o más tipos de edificación entre los permitidos por las ordenanzas de edificación de este P.G.O.U.*
- 2. Parcela mínima. No podrá ser inferior a 500 m<sup>2</sup>., excepto vivienda unifamiliar agrupada, que será de 150 m<sup>2</sup>.*
- 3. Máxima ocupación de parcela. Los porcentajes de ocupación serán como máximo del 60% de la superficie de la parcela en vivienda unifamiliar agrupada y del 50% en el resto de usos.*
- 4. Altura máxima. La altura máxima de la edificación que se fije para cada manzana o área edificable no podrá ser superior a la establecida para la Ordenanza residencial correspondiente, salvo actuaciones en parcelas dotacionales debidamente justificadas.*
- 5. Edificabilidad. El porcentaje máximo será de 0,75 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.*

*El volumen resultante podrá ser repartido entre distintas unidades, según la conveniencia del proyecto, con la condición de que en ningún caso las concentraciones de volumen arrojen un coeficiente superior al 25,00 % del global, sobre la superficie de cada unidad.*

*En todo caso, el Plan Parcial deberá determinar el coeficiente de edificabilidad resultante para aplicar a las unidades y a cada manzana o superficie edificable.*

## **5. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA**

La normativa mencionada en este Anejo I: Ficha Urbanística, nos indica las condiciones de urbanización de naves de uso industrial, a nivel autonómico, provincial y municipal. Establece condiciones de obra, referentes al emplazamiento de la construcción.

Esta edificación cumple con todos los parámetros de la Normativa anteriormente citada, por lo que se encuentra dentro de la más estricta legalidad.



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO II: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|      |                                                                               |    |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | EMPLAZAMIENTO DE LA NAVE.....                                                 | 2  |
| 1.1. | CALLE LA UREBA 6 BURGO DE OSMA-CIUDAD DE OSMA (SORIA) .....                   | 2  |
| 1.2. | CALLE CERRO LA TEJA 2 BURGO DE OSMA-CIUDAD DE OSMA (SORIA).....               | 3  |
| 1.3. | PL IND. NAVALCABALLO SECTOR 5 21(P) LOS RABANOS, NAVALCABALLO (SORIA) .....   | 4  |
| 2.   | USO DE LOS RESIDUOS.....                                                      | 5  |
| 2.1. | MANZANAS PROCEDENTES DEL ACLAREO PARA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL .....           | 6  |
| 2.2. | RESTOS DE PODA PARA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL .....                             | 7  |
| 2.3. | OBTENCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE RESTOS DE PODA Y MANZANAS DEL ACLAREO..... | 9  |
| 2.4. | UTILIZACIÓN DE LOS RESTOS DE PODA PARA APORTE ENERGÉTICO<br>9                 |    |
| 3.   | RECOGIDA DE LA MATERIA PRIMA.....                                             | 11 |
| 3.1. | RECOGIDA MANUAL DEL SUELO .....                                               | 11 |
| 3.2. | RECOGIDA SIMULTÁNEA AL ACLAREO .....                                          | 12 |
| 3.3. | RECOGIDA MECANIZADA.....                                                      | 12 |
| 4.   | PRETRATAMIENTO.....                                                           | 13 |
| 4.1. | EXPLOSIÓN A VAPOR.....                                                        | 14 |
| 4.2. | EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA .....                                            | 14 |
| 4.3. | HIDRÓLISIS ÁCIDA .....                                                        | 15 |
| 5.   | HIDRÓLISIS Y FERMENTACIÓN.....                                                | 16 |
| 5.1. | HFS (HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA Y FERMENTACIÓN SEPARADAS) .....                    | 16 |
| 5.2. | SFS (SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTÁNEA).....                           | 17 |
| 6.   | ELECTRICIDAD .....                                                            | 18 |
| 6.1. | CONEXIÓN A RED.....                                                           | 18 |
| 6.2. | GENERADOR DE GASÓLEO .....                                                    | 19 |
| 6.3. | PLACAS SOLARES.....                                                           | 19 |
| 7.   | ALTERNATIVA FINAL ELEGIDA.....                                                | 20 |

## 1. EMPLAZAMIENTO DE LA NAVE

La nave a construir va a tener la finalidad de albergar en su interior todas las máquinas requeridas en el proceso de producción de bioetanol. En ella se va a producir la transformación de la materia prima en bioetanol. Esta se deberá emplazar en una parcela con unas características determinadas. Para seleccionar la parcela tendremos en cuenta algunos parámetros, tales como:

- **Distancia**: de la parcela al lugar del cual vamos a extraer la materia prima. Será un punto a favor que la misma se encuentre lo más cercana posible, para ahorrar así gastos en el transporte.
- **Servicios**: se valorará positivamente el acceso a servicios como agua, energía eléctrica y cobertura de datos.
- **Superficie**: deberá tener una superficie suficiente para la construcción de la central, así como una zona que sirva para el almacenamiento de la materia prima o en su defecto de parcelas colindantes que puedan ejercer como tal.
- **Accesos**: deberá estar bien comunicada con la finca de La Rasa y tener accesos sencillos y cómodos, que faciliten la circulación de camiones para recibir la carga.
- **Precio**: el precio de venta de la parcela será un factor a tener en cuenta a la hora de seleccionarla.

Expuesto lo anterior, se procede a mostrar las diferentes opciones de que disponemos:

### 1.1. CALLE LA UREBA 6 BURGO DE OSMA-CIUDAD DE OSMA (SORIA)

La distancia aproximada desde la parcela hasta la finca es de 2 km, muy cercana a la misma, lo que va a abaratar costes en el transporte del residuo hasta la central.

Cuenta con muy buen acceso a servicios, con suministro de agua y de electricidad, así como una buena cobertura de datos.

En cuanto a superficie, es la más pequeña de las 3 propuestas. Cuenta con 3.026 m<sup>2</sup> y es de uso industrial.

Cuenta con una accesibilidad excelente, facilitando la entrada de camiones para la descarga.

## ANEJO II: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Por último, su precio de venta es de 8,09 €/m<sup>2</sup>, IVA no incluido, lo que suma un total de 29.621,21 €, IVA incluido.



Figura 1: Calle la Ureba 6 (OS)

Fuente: Sede electrónica del Catastro. Ministerio de Hacienda.

### 1.2. CALLE CERRO LA TEJA 2 BURGO DE OSMA-CIUDAD DE OSMA (SORIA)

La parcela se encuentra en el polígono industrial la Güera, muy cercano a la primera de las opciones, a unos 2 km de la finca de La Rasa.

Sus servicios se adaptan a las condiciones buscadas, contando con accesos a agua y electricidad, y una buena cobertura de datos.

Su superficie es de 4.062 m<sup>2</sup>, siendo de uso industrial.

Tiene una accesibilidad aceptable para la carga y descarga de los camiones.

Su precio de venta es de 8,09 €/m<sup>2</sup>, IVA no incluido, haciendo un total de 39.762,51 € para la totalidad de la parcela, IVA incluido.

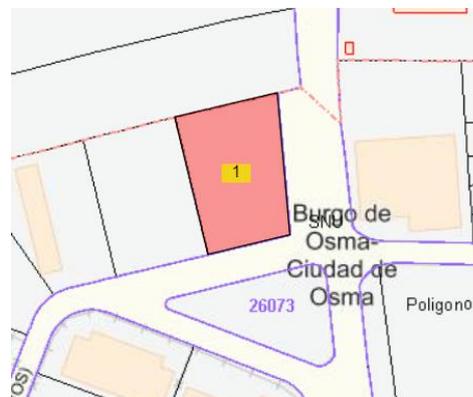


Figura 2: calle Cerro la Teja 2 (OS)

Fuente: Sede electrónica del Catastro. Ministerio de Hacienda.

### 1.3. PL IND. NAVALCABALLO SECTOR 5 21(P) LOS RABANOS, NAVALCABALLO (SORIA)

La distancia hasta La Rasa es de 65 km, por lo que es la parcela más alejada dentro de nuestras propuestas.

Cuenta con unos servicios aceptables, con acceso a agua y electricidad, pero con una cobertura de datos mediocre.

Su superficie es de 5.015 m<sup>2</sup>, siendo la mayor de las parcelas propuestas y su uso es industrial.

Cuenta con unos accesos muy buenos para la carga y descarga de camiones.

Su precio de venta es el mayor de todos, 9,88 €/m<sup>2</sup> IVA no incluido, haciendo un total de 62.700 € para la parcela completa, IVA incluido.

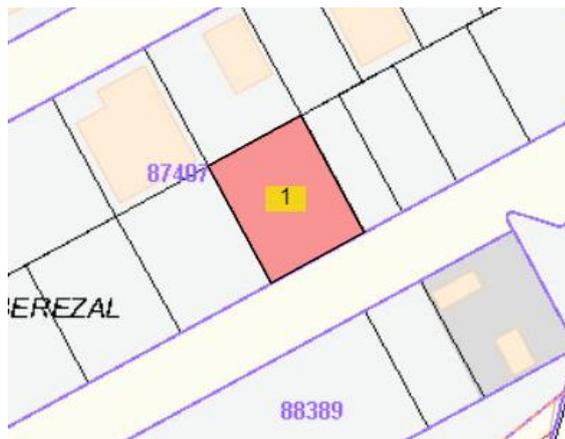


Figura 3: P. Ind. Navalcaballo, Sector 5 21(P)

Fuente: Sede electrónica del Catastro. Ministerio de Hacienda.

Una vez vistas las diferentes opciones, realizaremos una evaluación, de 0 a 5, siendo 0 la peor de las valoraciones, 3 la intermedia y 5 la mejor, para cada uno de los aspectos a valorar.

| PARCELA       | DISTANCIA | SERVICIOS | SUPERFICIE | ACCESOS | PRECIO | TOTAL |
|---------------|-----------|-----------|------------|---------|--------|-------|
| LA UREBA      | 5         | 5         | 0          | 5       | 5      | 20    |
| CERRO LA TEJA | 5         | 5         | 3          | 3       | 3      | 19    |
| NAVALCABALLO  | 0         | 3         | 5          | 5       | 0      | 13    |

La parcela seleccionada es la ubicada en la Calle La Ureba 6, en el polígono industrial la Güera, término municipal de El Burgo de Osma. Cuenta con una distancia muy próxima a La Rasa, unos muy buenos servicios, accesos excelentes y el menor de los precios.

## 2. USO DE LOS RESIDUOS

El promotor del proyecto pretende llevar a cabo una valorización de los residuos desechados en los procesos de producción de manzanos, en la finca de la Rasa, en el término municipal de El Burgo de Osma.

En cuanto a la valoración del uso que se les va a dar a los residuos, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- **Volumen estimado de producción de bioetanol:** para tomar una decisión, en primer lugar, debemos conocer la masa de materia prima que podemos utilizar de cada uno de los residuos. Una vez conocidos estos datos, para cada una de las opciones deberemos calcular la cantidad aproximada de bioetanol que podríamos obtener, buscando siempre la mayor producción.
- **Facilidad de recolección:** por otro lado, hemos de tener en cuenta la facilidad para la recolección que vamos a tener para cada tipo de residuo, valorando positivamente la regularidad en el tamaño, ya que ello va a facilitar la mecanización en la recogida.
- **Aprovechamiento energético:** se tendrá en cuenta la cantidad de energía que vamos a ser capaces de aprovechar. La valoración se realizará mediante el cálculo de la energía contenida en el propio bioetanol y en el producido en la quema de los restos de poda. El valor más alto obtendrá la mayor puntuación en nuestra tabla de valoración.
- **Época:** por último, tendremos en cuenta la época del año en la que van a ser generados los residuos, valorando positivamente la mayor duración de este periodo.

Los cálculos realizados en este apartado son efectuados de manera preliminar para realizar la elección de la alternativa más favorable. Más adelante se realizarán otros cálculos con la alternativa finalmente seleccionada, que no tienen por qué coincidir con los aquí presentes.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se presentan las siguientes opciones.

## 2.1. MANZANAS PROCEDENTES DEL ACLAREO PARA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

El residuo del aclareo consiste en las manzanas desechadas antes de llegar a su madurez, con el objetivo de que las restantes alcancen un estado de desarrollo mayor y adquieran unas características determinadas.

La masa total de este tipo de residuo para la finca de La Rasa sería de 2.000.000 kg por temporada, como media aproximada.

Teniendo en cuenta la composición química de las manzanas, principalmente almidones y azúcares fácilmente fermentables, estimamos un rendimiento en bioetanol de un 30 % m/m:

Tabla 1: Rendimiento en bioetanol residuos agroalimentarios

| Waste                 | Process                                                                                                                                 | Yield (g bioethanol/g feedstock)                        | Reference                           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                       | Dilute acid pretreatment + fermentation with <i>E. coli</i>                                                                             | 0.132 g/g                                               | (Martínez-Patiño, et al., 2015)     |
|                       | Acid-catalyzed steam explosion + fed-batch fermentation with recombinant <i>S. cerevisiae</i> F12                                       | 0.144 g/g<br>(0.18 g/g (water extracted))               | (Oliva, et al., 2020)               |
| SWEET SORGHUM BAGASSE | Acid-base pretreatment + fermentation with <i>K. marxianus</i> CCT7735                                                                  | 0.09 g/g                                                | (Tinôco, et al., 2021)              |
|                       | Simultaneous pretreatment and hydrolysis with microwave irradiation + fermentation with <i>Z. mobilis</i> and <i>S. cerevisiae</i>      | 0.199 g/g                                               | (Marx, et al., 2014)                |
|                       | Sequential acid and alkali pretreatment + SSF                                                                                           | 0.195 g/g                                               | (Barcelos, et al., 2016)            |
|                       | Alkali pretreatment + fed-batch enzymatic hydrolysis + batch ethanol fermentation + fermentation with <i>Clostridium acetobutylicum</i> | 0.145 g/g<br>(0.017 g butanol/g)<br>(0.005 g acetone/g) | (Su, et al., 2020)                  |
| AGRO-FOOD WASTE       | Pretreatment + liquefaction + SSF                                                                                                       | 0.082-0.148 g/g<br>(sweet potato)                       | (Wang, et al., 2020)                |
|                       | Soaking assisted thermal pretreatment + liquefaction + SSF with <i>S. cerevisiae</i> BY4743                                             | 0.32 g/g (potato peels)                                 | (Chohan, et al., 2020)              |
|                       | SSF with <i>Z. mobilis</i> in a vertical mass-flow type reactor                                                                         | 0.055-0.066 g/g *<br>(potato)                           | (Liu & Lien, 2016)                  |
|                       | -                                                                                                                                       | 0.30 g/g (dates)                                        | (Taghizadeh-Alisarai, et al., 2019) |
|                       | -                                                                                                                                       | 0.213 g/g (grape pomace)                                | (Sirohi, et al., 2020)              |

Fuente: Taghizadeh-Alisarai, et al., 2019

## ANEJO II: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

A partir de este dato, realizamos el siguiente cálculo:

$$2.000.000 \text{ kg manzanas} \cdot \frac{0,3 \text{ kg bioetanol}}{1 \text{ kg manzanas}} = 600.000 \text{ kg bioetanol}$$

La masa que obtendríamos a partir de este residuo sería de unos 600.000 kg. Sabiendo que la densidad del bioetanol es de 0,78 kg/l procedemos a calcular el volumen de bioetanol:

$$600.000 \text{ kg bioetanol} \cdot \frac{1 \text{ l bioetanol}}{0,78 \text{ kg bioetanol}} = 769.230,77 \text{ l bioetanol}$$

El volumen estimado de bioetanol a partir de los residuos del aclareo de manzanos en producción ascendería a 769.230,77 l.

Este tipo de residuo es bastante uniforme, ya que el tamaño de las manzanas que se desechan en el aclareo es similar, rondando los 3-5 cm de diámetro, por lo que la facilidad para su recolección va a ser buena.

El contenido energético de los 600.000 kg que se esperan obtener de bioetanol lo calcularemos a partir del poder calorífico inferior del mismo, que es el realmente aprovechable, siendo este 29,03 kJ/kg. Expresaremos la energía en kWh, sabiendo que 1 kWh equivale a 3,6 MJ. De este modo:

$$600.000 \text{ kg bioetanol} \cdot \frac{0,02903 \text{ MJ}}{1 \text{ kg bioetanol}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \text{ MJ}} = 4.838,33 \text{ kWh}$$

La época de aclareo va desde el 15 de junio hasta el 1 de agosto, sumando un mes y medio de duración.

## 2.2. RESTOS DE PODA PARA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

Los restos de poda, aunque con otro tipo de tratamiento que el residuo anterior también va a poder ser utilizado para producción de bioetanol, por lo que requiere ser considerado en este proyecto.

Como media, la masa total de los restos de poda de la plantación asciende a 250.000 kg por temporada.

Los restos de poda son biomasa lignocelulósica, cuyos componentes mayoritarios son celulosa, hemicelulosa y lignina, siendo los dos primeros los aprovechables para la producción de bioetanol. Teniendo en cuenta los rendimientos de otros residuos

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

lignocelulósicos similares, estimamos su rendimiento en un 12,5 % m/m, extraído de la siguiente tabla:

Tabla 2: Rendimiento en bioetanol de restos de poda

| Waste         | Process                                                                | Yield (g bioethanol/g feedstock)   | Reference              |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
|               | Alkali pretreatment + sequential acid and enzymatic hydrolysis in situ | 0.286 g/g (newspapers)             | (Wu, et al., 2014)     |
|               | Lime pretreatment                                                      | 0.229 g/g (dry newspapers)         | (Wang, et al., 2013)   |
|               | Dilute acid pretreatment                                               | 0.331 g/g (dry office paper)       |                        |
|               | -                                                                      | 0.107 g/g (magazine waste)         |                        |
|               | -                                                                      | 0.195 g/g (cardboard waste)        |                        |
| WOODY BIOMASS | Cellulosic pulps preparation + enzymatic hydrolysis + fermentation     | 0.11-0.14 g/g (dry hardwood)       | (Buzala, et al., 2017) |
|               |                                                                        | 0.2 g/g (dry bleached softwood)    |                        |
|               |                                                                        | 0.02 g/g (dry unbleached softwood) |                        |
|               | NaOH alkaline pretreatment + SSF                                       | 0.11 g/g (softwood)                | (Bay, et al., 2020)    |
|               | 0.101 g/g (hardwood)                                                   |                                    |                        |

Fuente: Buzala, et al., 2017

El anterior dato será utilizado para el cálculo:

$$250.000 \text{ kg poda} \cdot \frac{0,125 \text{ kg bioetanol}}{1 \text{ kg poda}} = 31.250 \text{ kg bioetanol}$$

La masa de bioetanol obtenida a partir de los restos de poda sería 31.250 kg. Conocida la densidad del bioetanol de 0,78 kg/l, calculamos el volumen en litros:

$$31.250 \text{ kg bioetanol} \cdot \frac{1 \text{ l bioetanol}}{0,78 \text{ kg bioetanol}} = 40.064,10 \text{ l bioetanol}$$

El volumen de bioetanol obtenido a partir de los restos de poda sería de 40.064,10 l por temporada para los valores establecidos.

Los restos de poda se caracterizan por su irregularidad en cuanto a tamaño y forma, siendo muy desiguales cada uno de los restos a los demás. Este factor va a influir negativamente en su facilidad de recolección, siendo esta más laboriosa.

## ANEJO II: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para el cálculo de la energía contenida en 31.250 kg de bioetanol utilizamos el poder calorífico inferior de este, 29,03 kJ/kg, y la equivalencia de 1 kWh=3,6 MJ, para la conversión de unidades. Así, calculamos:

$$31.250 \text{ kg bioetanol} \cdot \frac{0,02903 \text{ MJ}}{1 \text{ kg bioetanol}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \text{ MJ}} = 252 \text{ kWh}$$

Por último, la época del año en la que se realiza la poda va desde el 1 de diciembre hasta el 15 de abril, prolongándose durante cuatro meses y medio.

### 2.3. OBTENCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE RESTOS DE PODA Y MANZANAS DEL ACLAREO

Otra de las opciones que podemos valorar es la utilización de ambos residuos para la producción de bioetanol. La producción total ascendería a un total de 809.294,87 litros, la suma de las producciones por separado.

La producción sería la más elevada de entre las alternativas planteadas, aunque la gran mayoría de esta proviene de la utilización de las manzanas procedentes del aclareo.

Por otro lado, la facilidad para la recolección sería menor que si solo recogiésemos manzanas, pero mayor que si solo recogiésemos restos de poda.

Para el cálculo de la energía contenida en el total de la producción de bioetanol a partir de ambos restos, simplemente calcularemos la suma de los dos valores calculados anteriormente.

$$4.838,33 \text{ kWh} + 252 \text{ kWh} = 5.090,33 \text{ kWh}$$

Finalmente, tendríamos cierta ventaja en cuanto a la época en la que obtendríamos la producción, ya que esta se extendería a lo largo del año, siendo la época de recolección de manzanas procedentes del aclareo entre el 15 de junio y el 1 de agosto, y la época de recolección de los restos de poda entre el 1 diciembre y el 15 de abril del año siguiente.

### 2.4. UTILIZACIÓN DE LOS RESTOS DE PODA PARA APORTE ENERGÉTICO

El proceso de producción de bioetanol requiere cierto aporte de energía a la hora de la destilación. Una opción sería recolectar los restos de poda en la época que se producen

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

y almacenarlos hasta que se vaya a producir bioetanol a partir de restos de manzanas del aclareo como fuente de calor en el sistema de destilación.

El poder calorífico de los restos de la poda de los manzanos se encuentra en torno 7,75 kWh/kg, por lo que con el total de 250.000 kg que obtendríamos por temporada podríamos extraer una energía de 1.937,5 MWh.

$$250.000 \text{ kg poda} \cdot \frac{7,75 \text{ kWh}}{1 \text{ kg poda}} = 1.937.500 \text{ kWh}$$

La producción sería la misma que en la alternativa que únicamente contempla la utilización de los residuos procedentes del aclareo de los manzanos, alcanzando un volumen de 769.230,77 litros de bioetanol.

La facilidad de recolección sería la misma que en el apartado anterior, ya que hay que recoger ambos tipos de residuos, tanto las manzanas procedentes del aclareo como los restos de la poda.

La energía contenida en 600.000 kg de bioetanol la hemos calculado previamente, siendo 4838,33 kWh, por lo que para calcular la energía total sumaremos a este valor la energía procedente de la quema en una caldera de biomasa de los 250.000 kg de restos de poda, también calculada previamente (1.937.500 kWh).

$$4.838,33 \text{ kWh} + 1.937.500 \text{ kWh} = 1.942.338,33 \text{ kWh}$$

En este caso deberíamos almacenar los restos de poda hasta que vayan a ser utilizados, durante unos 3-4 meses aproximadamente. Las épocas de recolección de ambos residuos serían las mismas que en el apartado anterior, manzanas procedentes del aclareo desde el 15 de junio hasta el 1 de agosto, y restos de poda desde el 1 de diciembre hasta el 15 de abril.

Una vez vistas las diferentes opciones, realizaremos una evaluación, de 0 a 5, siendo 0 la peor de las opciones, 3 la intermedia y 5 la mejor, para cada uno de los aspectos a valorar.

| TIPO DE RESIDUO | LITROS BIOETANOL | FACILIDAD RECOLECCIÓN | ÉPOCA | APROV ENERG | TOTAL |
|-----------------|------------------|-----------------------|-------|-------------|-------|
| MANZANAS        | 3                | 5                     | 0     | 3           | 11    |
| PODA            | 0                | 0                     | 3     | 0           | 3     |
| MANZANAS+PODA   | 5                | 3                     | 5     | 3           | 16    |
| QUEMA DE PODA   | 3                | 3                     | 5     | 5           | 16    |

Nos decantaremos por la opción de la quema de los restos de poda en una caldera de biomasa para su utilización en el proceso de destilación, ya que de este modo vamos a lograr aprovechar un residuo que no tiene tan buen rendimiento en bioetanol para otro fin en el que es más útil, no viéndose afectada significativamente la producción total. De este modo, se pondrá en marcha una planta de bioetanol, con aprovechamiento de manzanas procedentes del aclareo y de los restos de poda de la plantación.

### 3. RECOGIDA DE LA MATERIA PRIMA

La recogida de la materia prima es una tarea laboriosa, ya que el residuo se encuentra disperso por toda la plantación. Para la elección del método de recolección se van a tener en cuenta diferentes aspectos como:

- **Número de operarios**: cantidad de trabajadores necesarios para recolectar las manzanas en un periodo de tiempo determinado. Se valorará positivamente la opción que menos operarios requiera ya que, desde el punto de vista del proyectista, esto servirá para abaratar costes.
- **Velocidad de recolección**: volumen de residuo recogido por unidad de tiempo. Será un punto a favor la rapidez con la que se recoja el residuo, para evitar pudriciones en el suelo y evitar así pérdidas en la cantidad útil.
- **Comodidad**: bienestar de los operarios. Es fundamental la comodidad de los operarios puesto que, a mayor comodidad, mejor será su rendimiento y menos perjuicios tendrá la actividad para su salud.
- **Coste**: se buscará el menor coste para lograr el objetivo, que es recoger la mayor cantidad de residuo posible para maximizar la producción de bioetanol.

A continuación, se realizará un análisis de estos aspectos para cada una de las alternativas planteadas.

#### 3.1. RECOGIDA MANUAL DEL SUELO

Esta opción consiste en la recogida manual una por una de las manzanas desechadas.

El número de operarios requeridos para esta labor es muy elevado, el mayor de todas las alternativas planteadas.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

La velocidad de recolección es lenta, aunque no más que en la opción de recogida simultánea al aclareo, dado que en esta primera labor los operarios están centrados en una única labor, mientras que en la segunda realizan el aclareo a la vez que acumulan las manzanas.

Es un trabajo incómodo e incluso perjudicial para la salud, ya que requiere estar agachado hasta la altura del suelo durante largos periodos de tiempo.

El coste es elevado, al requerir de mucha mano de obra.

### **3.2. RECOGIDA SIMULTÁNEA AL ACLAREO**

En esta alternativa, se produciría la acumulación de los desechos mientras se produce el propio aclareo.

El número de operarios es menor al requerido para la recogida manual en el suelo, porque el mismo trabajador que elimina la manzana del árbol la deposita para su acumulación.

La velocidad de recolección es la menor de todas, al ser una tarea secundaria de la actividad principal, que sería el propio aclareo.

La comodidad de los operarios mejora notablemente, al no tener que agacharse a recoger las manzanas.

El coste es menor que en la recogida del suelo porque, aunque son requeridos muchos trabajadores, realizan dos tareas a la vez.

### **3.3. RECOGIDA MECANIZADA**

La recogida mecanizada consistiría en la utilización de un tractor, equipado con un remolque con un aspirador instalado en su parte superior. Un operario sería el conductor del tractor, y otro se encargaría de pasar la boca del aspirador por encima de las manzanas para que este las succione y las acumule en el remolque.

El número de operarios es mínimo, ya que en esencia son únicamente requeridos dos de ellos.

La velocidad de recolección es la mayor de todas, pudiendo acumular grandes cantidades de residuo por unidad de tiempo.

La comodidad de los trabajadores es máxima al tener únicamente que manejar las máquinas.

## ANEJO II: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El coste, si tenemos en cuenta la velocidad de recolección y el número de operarios que serían remunerados, sería el menor de todas las alternativas.

En una escala de 0 a 5 como en apartados anteriores:

| RECOGIDA   | OPERARIOS | VELOCIDAD | COMODIDAD | COSTE | TOTAL |
|------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| MANUAL     | 0         | 3         | 0         | 0     | 3     |
| SIMULTÁNEA | 3         | 0         | 3         | 3     | 9     |
| MECANIZADA | 5         | 5         | 5         | 5     | 20    |

**La alternativa de recogida seleccionada es la mecanizada, ya que es la que menor número de operarios requiere, la que mayor velocidad de recolección nos ofrece, la más cómoda para los operarios y la de menor coste.**

## 4. PRETRATAMIENTO

El principal objetivo del pretratamiento va a ser dejar expuesta la materia prima para que en etapas posteriores sea atacada por enzimas y microorganismos que producirán el bioetanol. Existen numerosos métodos de pretratamiento, físicos, químicos, biológicos, mecánicos y mezclas de ellos. Sin embargo, para nuestro proyecto vamos a tomar en cuenta algunos de ellos, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- **Residuos tóxicos**: la generación de residuos tóxicos como resultado de la fase de pretratamiento será un punto en contra a la hora de elegir el método empleado.
- **Reducción del tamaño de partículas**: a mayor reducción del tamaño de partículas, mayor será el rendimiento de transformación de la materia prima en bioetanol.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

- **Costos económicos:** se tendrán en cuenta los insumos empleados, así como el gasto energético del pretratamiento, buscando siempre la reducción de los costes.
- **Formación de inhibidores:** si se producen inhibidores y estos no son controlados, los rendimientos de la etapa de fermentación pueden ser bajos, ya que la levadura no es capaz de consumir la glucosa y transformarla en etanol.

### 4.1. EXPLOSIÓN A VAPOR

Durante el pretratamiento de explosión a vapor, los materiales se tratan con vapor de agua a alta presión durante un tiempo variable. Después, se someten a una rápida reducción de la presión, provocando una descompresión explosiva que va a abrir las fibras de la biomasa y va a hacer que los polímeros sean más accesibles en los posteriores procesos.

La generación de residuos tóxicos va a ser insignificante, puesto que no requiere el uso de ningún producto químico y va a ser el vapor de agua a altas temperaturas y presiones el que provoque la degradación de la biomasa.

En cuanto a la reducción del tamaño de partículas, esta va a ser notablemente inferior a las alternativas de explosión a vapor catalizada e hidrólisis ácida.

Por otro lado, el coste económico va a ser únicamente el derivado del consumo energético, con unas condiciones de operación de 190-270°C durante un periodo de 1 a 10 minutos.

Para finalizar, se va a producir formación de inhibidores similar a la producida en los procesos de explosión a vapor catalizada e hidrólisis ácida.

### 4.2. EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA

La explosión a vapor catalizada consta de dos etapas. La primera de ellas consiste en la impregnación del material durante varias horas con ácido sulfúrico en condiciones ambientales normales, a presión atmosférica y temperatura ambiente, siendo posteriormente retirado el exceso de ácido. La segunda etapa corresponde a la explosión de vapor propiamente dicha, al igual que en la alternativa anterior, pero con unas condiciones de operación distintas.

La generación de residuos tóxicos proviene del uso del ácido sulfúrico, si bien es cierto que va a ser menor que en el pretratamiento de hidrólisis ácida.

La reducción del tamaño de partículas va a ser mayor que en el pretratamiento de explosión a vapor, pero inferior al de hidrólisis ácida.

## ANEJO II: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El coste económico va a provenir del consumo energético y del ácido empleado. Este va a ser el menor entre las alternativas planteadas, puesto que las condiciones de operación van a ser inferiores en cuanto a temperatura y tiempo, siendo estas de 160-200°C durante 1 a 10 minutos.

Finalmente, la generación de inhibidores va a ser similar a la producida en la explosión a vapor y la hidrólisis ácida.

### 4.3. HIDRÓLISIS ÁCIDA

El pretratamiento de hidrólisis ácida consiste en la adición, en nuestro caso, de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) junto con la biomasa, y llevarla a unas determinadas condiciones de presión y temperatura.

La generación de residuos tóxicos va a ser la mayor de entre las alternativas planteadas, debido a las grandes cantidades de ácido que se requieren para este proceso.

Sin embargo, la reducción del tamaño de partículas va a ser la mayor, lo cual se traducirá en un mayor rendimiento de transformación posterior.

Los costes económicos van a ser los más elevados. Las grandes cantidades de ácido que se necesitan, así como el consumo energético para alcanzar las condiciones de operación de 150-180°C durante 5 a 30 minutos hacen que esto sea así.

Además, se va a producir formación de inhibidores que van a impedir que la levadura transforme la glucosa en etanol. El nivel de inhibidores generado va a ser parecido al de la explosión a vapor y a la explosión a vapor catalizada.

En una escala de 0 a 5, vamos a valorar cada uno de los parámetros para cada una de las diferentes alternativas:

| PRETRATAMIENTO               | RESIDUOS TÓXICOS | TAMAÑO PARTÍCULAS | COSTE ECONÓMICO | INHIBIDORES | TOTAL |
|------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------|
| EXPLOSIÓN A VAPOR            | 5                | 0                 | 3               | 3           | 11    |
| EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA | 3                | 3                 | 5               | 3           | 14    |
| HIDRÓLISIS ÁCIDA             | 0                | 5                 | 0               | 3           | 8     |

**En definitiva, nos decantaremos por la opción de explosión a vapor catalizada, ya que pese a formar inhibidores, generar ciertos residuos tóxicos y no ser la que mejor reducción de tamaño de partículas consigue, alcanza la mayor puntuación entre según los criterios utilizados, siendo la que menor coste económico alcanza.**

## 5. HIDRÓLISIS Y FERMENTACIÓN

La hidrólisis y la fermentación son procesos indispensables para la obtención de bioetanol a partir de biomásas. La hidrólisis enzimática convierte la celulosa en glucosa por la acción de enzimas. Durante la fermentación, los azúcares son transformados en bioetanol liberando CO<sub>2</sub>. Este proceso lo llevan a cabo unos microorganismos denominados levaduras.

Para la valoración de las diferentes propuestas, se van a tener en cuenta los siguientes factores:

- **Coste de implementación**: se valorará positivamente el proceso que para su implementación conlleve un menor coste.
- **Rendimiento en bioetanol**: un rendimiento mayor supondrá un aspecto favorable en la toma de decisión.
- **Formación de inhibidores**: la formación de inhibidores será un punto desfavorable en la valoración de las alternativas planteadas.
- **Recuperación de levadura**: será un aspecto favorable la posibilidad de recuperación de levadura, ya que esta podrá volver a ser utilizada en sucesivos ciclos.

### 5.1. HFS (HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA Y FERMENTACIÓN SEPARADAS)

En el método de hidrólisis y fermentación separadas, la hidrólisis enzimática es llevada a cabo en diferentes a los de fermentación.

Al ocurrir los dos procesos en distintos reactores, el coste de implementación va a ser más elevado que en la alternativa de sacarificación y fermentación simultánea.

Este método consigue unos menores rendimientos que el de SFS.

## ANEJO II: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En HFS, se generan inhibidores que con SFS no se producen, ya que en HFS no se forman y se consumen los azúcares de manera simultánea.

Como ventaja de la HFS, la levadura va a poder ser recuperada, mientras que en la SFS no.

### 5.2. SFS (SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTÁNEA)

En la SFS, la hidrólisis enzimática y la fermentación de azúcares se realizan al mismo tiempo en el mismo reactor.

Por este mismo motivo, los costes de implementación son menores a los de la HFS.

Además, al no existir una separación de glucosa y lignina, se evita perder producto debido a la degradación de azúcares, aumentando así el rendimiento en etanol. Este puede situarse en torno al 43%, es decir, por cada gramo de glucosa se obtendrían 0,43 gramos de bioetanol.

Por otro lado, no se generan inhibidores durante la SFS, ya que los azúcares se consumen según estos son producidos. La hidrólisis los genera y la fermentación los consume.

Como principal desventaja de este método encontramos que la levadura no va a poder ser recuperada, al contrario que en la HFS.

En una escala de 0 a 5, procedemos a valorar las alternativas planteadas:

| MÉTODO | COSTE | RENDIMIENTO | INHIBIDORES | RECUPER<br>LEVADURA | TOTAL |
|--------|-------|-------------|-------------|---------------------|-------|
| HFS    | 0     | 3           | 3           | 5                   | 11    |
| SFS    | 5     | 5           | 5           | 0                   | 15    |

Para la realización del proyecto nos decantaremos por la alternativa de Sacarificación y Fermentación Simultáneas (SFS), ya que conlleva un menor coste, tiene unos rendimientos más elevados y no forma inhibidores durante su ejecución.

## 6. ELECTRICIDAD

Para el funcionamiento de la maquinaria utilizada en el proceso de producción, así como para la iluminación y climatización de la nave, se va a demandar determinada cantidad de energía eléctrica. A la hora de valorar la opción más adecuada para nuestro fin, se van a tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Comodidad**: teniendo en cuenta aspectos como el ruido o la necesidad de instalación de nuevos elementos. Se valorará positivamente la mayor comodidad.
- **Continuidad**: la fuente de energía debe ser fiable y continua a lo largo del día, ya que los procesos no pueden ser interrumpidos. De ser así, se verían alterados los resultados.
- **Coste**: se valorará positivamente el menor coste total, teniendo en cuenta la instalación y precio de la electricidad, a lo largo de la vida útil del proyecto.
- **Impacto en el medio ambiente**: otro aspecto a tener en cuenta es la contaminación producida por nuestra fuente de energía. Será un punto a favor que esta sea lo más respetuosa con el medio ambiente.

Se valorará cada una de las alternativas teniendo en cuenta estos condicionantes.

### 6.1. CONEXIÓN A RED

En esta alternativa, tanto el equipamiento de producción de bioetanol, como la iluminación y el sistema de climatización irían directamente conectados a la red eléctrica.

La parcela cuenta con conexión a red, por lo que esta sería la opción más cómoda.

La conexión a red nos ofrece continuidad de corriente eléctrica, fundamental para nuestro fin.

El coste de instalación para conexión a red es nulo, ya que el propio diseño de la nave contempla tomas de corriente y no supone ningún gasto adicional. El precio de la luz viene regulado por el Mercado, situándose actualmente en los 0,0982 €/kWh, según Red Eléctrica de España.

Por último, esta no es la alternativa que menor impacto genere al medio ambiente, ya que depende del medio de producción que haya tenido la electricidad para su inyección a red.

## **6.2. GENERADOR DE GASÓLEO**

La energía requerida por nuestra planta de producción sería suministrada por un generador a gasóleo.

La adquisición de uno de estos equipos carecería de sentido si lo que pretendemos es obtener la mayor comodidad posible. Estos motores de combustión generan ruido en su funcionamiento, además de la contaminación local del aire.

Por otro lado, ofrecen una fiabilidad aceptable, pudiendo funcionar a cualquier hora del día y bajo todo tipo de condiciones.

El coste de la inversión va a depender de la potencia del generador. Para la potencia requerida de nuestra instalación, los precios de los generadores de gasóleo se encuentran sobre los 20.000 €. Por otro lado, el precio de la energía va a depender directamente del del gasóleo, situándose actualmente en 0,129 €/kWh.

En cuanto al impacto al medio ambiente, estos equipos son muy contaminantes, emitiendo gases de efecto invernadero a la atmósfera.

## **6.3. PLACAS SOLARES**

La instalación de placas solares en el tejado de la nave sería la última de las alternativas propuestas.

Esta opción ofrecería una comodidad aceptable, requiriendo únicamente de la instalación inicial y un poco laborioso mantenimiento.

El problema reside en la falta de continuidad del suministro que nos proporcionarían. Los procesos requieren condiciones constantes para obtener una producción óptima.

El coste de una instalación de paneles fotovoltaicos sobre el tejado de la nave, adecuado al tamaño de esta, situándose en torno a los 25.000 €. Los paneles proporcionarían la electricidad a coste cero, incluso pudiendo vender el excedente.

Sin embargo, de las alternativas presentadas, es la más respetuosa con el medio ambiente.

Como en apartados anteriores y en una escala de 0 a 5:

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

| FUENTE DE ENERGÍA | COMODIDAD | CONTINUIDAD | COSTE | IMPACTO MA | TOTAL |
|-------------------|-----------|-------------|-------|------------|-------|
| RED               | 5         | 5           | 3     | 3          | 16    |
| GASÓLEO           | 0         | 3           | 0     | 0          | 3     |
| PLACAS SOLARES    | 3         | 0           | 5     | 5          | 13    |

Por los motivos anteriormente dispuestos, la alternativa seleccionada será la de conexión a red ya que, a pesar de no ser la opción que menos impacto medioambiental genere, la mayor continuidad en el suministro y comodidad de utilización determinan que esta es la mejor de las opciones propuestas.

## 7. ALTERNATIVA FINAL ELEGIDA

La parcela en la que se realizará la actividad estará ubicada en la Calle La Ureba 6, en el polígono industrial de la Güera, en el término municipal de El Burgo de Osma. El tipo de residuo empleado serán las manzanas procedentes del aclareo de la finca de La Rasa, ubicada en el mismo término municipal, a unos 2 km de la parcela seleccionada. Además, se emplearán los restos de poda para proporcionar la energía necesaria para el proceso de destilación. La recogida será mecanizada y la fuente de energía eléctrica provendrá de la conexión a red. El pretratamiento se llevará a cabo mediante explosión a vapor catalizada y la hidrólisis y fermentación seguirá el método de la Sacarificación y Fermentación Simultáneas (SFS).



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO III: CONDICIONANTES**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|      |                                                         |    |
|------|---------------------------------------------------------|----|
| 1.   | CONDICIONANTES PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA ..... | 2  |
| 1.1. | ACLAREO QUÍMICO .....                                   | 2  |
| 1.2. | DEMORAS EN LA RECOLECCIÓN DE LAS MANZANAS.....          | 3  |
| 2.   | CONDICIONANTES EDAFOLÓGICOS .....                       | 3  |
| 2.1. | CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO .....           | 3  |
| 2.2. | TEXTURA DEL SUELO.....                                  | 4  |
| 2.3. | PENDIENTE DEL TERRENO .....                             | 5  |
| 3.   | CONDICIONANTES CLIMÁTICOS .....                         | 6  |
| 3.1. | PRECIPITACIONES .....                                   | 7  |
| 3.2. | TEMPERATURAS.....                                       | 8  |
| 3.3. | HELADAS .....                                           | 8  |
| 4.   | MANO DE OBRA .....                                      | 9  |
| 5.   | CONDICIONANTES LEGALES .....                            | 10 |
| 5.1. | NORMATIVA EUROPEA.....                                  | 10 |
| 5.2. | NORMATIVA NACIONAL .....                                | 10 |

# 1. CONDICIONANTES PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA

La cantidad de manzanas procedentes del aclareo de las que vamos a disponer va a variar en función de diferentes aspectos que van a condicionar nuestro proyecto. Algunos de estos van a ser analizados a continuación.

## 1.1. ACLAREO QUÍMICO

El aclareo químico consiste en la adición de determinadas sustancias pulverizadas en las concentraciones adecuadas y en el momento de desarrollo del fruto óptimo para la eliminación de parte de las manzanas que contienen los árboles. Este es un proceso de mucho riesgo, ya que una pequeña variación en la concentración del producto aplicado puede suponer, o bien que no sea efectivo y no consigamos eliminar la cantidad de manzanas que pretendemos, o bien que eliminemos la práctica totalidad de estas, lo cual supondría un problema todavía mayor.

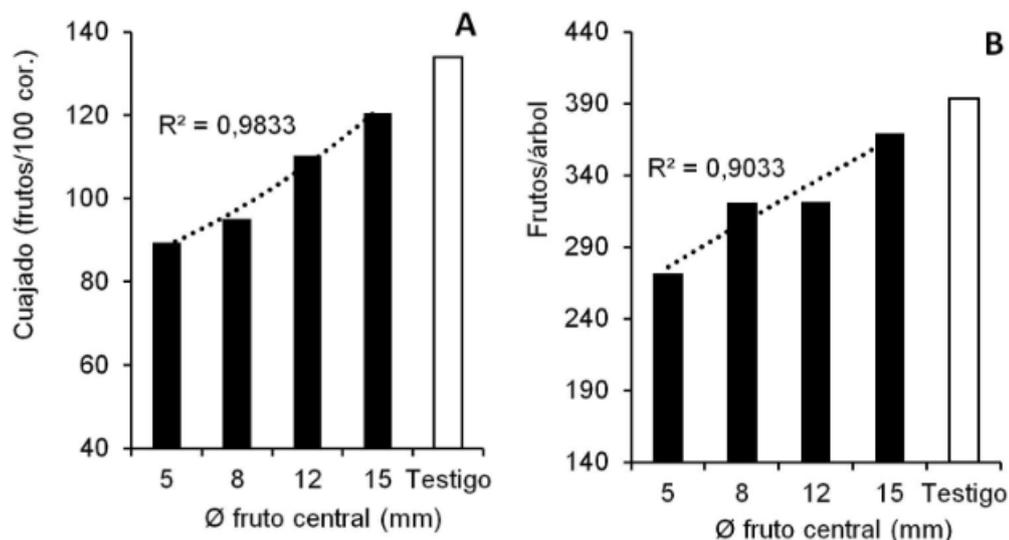


Figura 1: (A) tasa de cuajado como número de frutos por cada 100 corimbos, (B) número de frutos por árbol en recolección

Fuente: innovagri.es

La figura anterior muestra la eficacia de la aplicación de ácido naftalénico (ANA). Muestra en el primero de los casos la cantidad de frutos cuajados por cada cien corimbos, que son las inflorescencias que contienen 5 flores, en función del momento de aplicación medido teniendo en cuenta el diámetro de los frutos. En el segundo de los casos muestra la cantidad de frutos por árbol, también en función del diámetro del fruto

## ANEJO III: CONDICIONANTES

en el momento de aplicación. En ambos casos se compara con el valor testigo, sin aplicación de ácido naftalénico.

Se evidencia que cuanto más temprana es la aplicación, mayor es el efecto sobre el descenso en el cuajado de los frutos.

Después de este proceso de aclareo químico, se produce el aclareo manual, en estadios superiores de desarrollo de la manzana, proceso a través del cual se va a producir el residuo que se pretende valorizar en este proyecto.

En este sentido, una menor eficacia del aclareo químico va a resultar beneficioso para nuestro fin, ya que sería desechada una mayor cantidad de frutos mediante el aclareo manual. Por el contrario, una excesiva disminución en el cuajado de los frutos resultaría muy perjudicial para la viabilidad de nuestra actividad.

### **1.2. DEMORAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

El aclareo, en el lugar de nuestro proyecto, se va a producir entre el 15 de junio y el 1 de agosto haciendo un total de un mes y medio. Durante estos 45 días los trabajadores de la finca van a estar desechando las manzanas estipuladas, momento a partir del cual podrá empezar la labor de recolección, y seguidamente de producción de bioetanol.

La duración de la recolección no se debe demorar demasiado ya que, aunque las manzanas pueden permanecer cierto tiempo en el suelo antes de ser recogidas, se podría producir la pudrición de la materia prima y que estas dejaran de servir para nuestro objetivo.

## **2. CONDICIONANTES EDAFOLÓGICOS**

Los distintos factores edafológicos de un lugar determinan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

A continuación vamos a proceder al estudio de algunos de ellos, los cuales van a ser importantes para el desarrollo de nuestro proyecto.

### **2.1. CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO**

La finca de manzanos de La Rasa cuenta con cubierta vegetal en sus calles. Además, los residuos del cultivo se dejan sobre la superficie del suelo, tales como hojas, ramas o frutos.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Esto contribuye a la protección del suelo frente a la erosión y sirve como fuente de materia orgánica para la mejora la estructura del suelo.



Figura 2: Calles con cubierta vegetal de la finca de manzanos de La Rasa

Fuente: [www.rutadelamanzanadesoria.com](http://www.rutadelamanzanadesoria.com)

El suelo cuenta con un 1,78 % de materia orgánica (dato extraído del análisis de suelo de Juan Carlos Miranda, en su TFG “Proyecto de explotación de manzanos en zonas de altitud para producción de frutos de máxima calidad, en El Burgo de Osma (Soria)”), una proporción algo baja para tratarse de una plantación frutal. Este dato va a ser relevante para determinar las estrategias de manejo de los restos de poda en el cultivo. Esto nos va a determinar si va a ser posible retirar los restos de poda del cultivo, o por el contrario debemos dejarlos en la plantación.

### 2.2. TEXTURA DEL SUELO

La textura del suelo es la proporción de los elementos del suelo clasificados en función de su tamaño, distinguiendo entre ellos la arcilla, el elemento de menor tamaño, el limo, de tamaño intermedio, y por último la arena, el material de mayor calibre.

Según los datos proporcionados por el Atlas Agroclimático de Castilla y León, el suelo objeto de estudio cuenta con una textura franco-arenosa, con la siguiente proporción de los distintos elementos:

## ANEJO III: CONDICIONANTES

Tabla 1: Proporción de suelo según tamaño de partículas

| ARCILLA (%) | LIMO (%) | ARENA (%) |
|-------------|----------|-----------|
| 16,92       | 27,06    | 56,02     |

Fuente: Elaboración propia

En general, se trata de un suelo con textura franco-arenosa, sin producción de encharcamientos. Al tener más de la mitad de proporción de arena, va a tener un mayor drenaje y una capacidad de retención de agua algo menor que los suelos francos.

Estos datos son requeridos en el Anejo V: Ingeniería del proceso, siendo uno de los criterios que vamos a utilizar para determinar la posibilidad de retirada de los restos de poda del cultivo.

### 2.3. PENDIENTE DEL TERRENO

La pendiente del terreno indica, en definitiva, la inclinación o desnivel del suelo. Esta condición del terreno tiene importancia en la conservación de los suelos, ya que cuanto más acusada sea la pendiente, mayor será el riesgo de erosión.

En nuestro caso, para el cálculo de la pendiente de la finca, se propone tomar datos de los siguientes lugares: el punto más elevado y el punto más bajo de la finca.

Se tomará la altitud (metros sobre el nivel del mar) y la distancia entre ellos, con el fin de realizar el siguiente cálculo:

$$PTE (\%) = \frac{h_1 - h_2}{d} \cdot 100$$

Siendo:

$h_1$  altitud punto más elevado (m)

$h_2$  altitud punto más bajo (m)

$d$  distancia entre ambos puntos (m)

La búsqueda de estos datos se ha realizado a través de Google Earth, y se ha encontrado que el punto más elevado, p1 se encuentra a 876 m, y el punto más bajo, p2 a una altitud de 865 m. La distancia entre ambos puntos es de 2.172,74 m.

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL



Figura 3: Situación en la finca de los puntos p1 y p2

Fuente: Google Earth

Conocidos estos datos, procedemos al cálculo de la pendiente:

$$PTE (\%) = \frac{876 - 865}{2.172,74} \cdot 100 = 0,5062$$

Tras el cálculo realizado, observamos que la pendiente es muy leve, de un 0,05062%, por lo que el riesgo de erosión va a ser muy bajo.

El conocimiento de la pendiente del terreno es un condicionante influyente en nuestro proyecto ya que este va a ser uno de los criterios empleados en la determinación de las estrategias de manejo de los restos de poda en el cultivo.

## 3. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS

El lugar objeto de estudio se sitúa en una zona con clima mediterráneo continental, caracterizado por frecuentar inviernos largos y fríos, veranos cortos y cálidos y además un fuerte contraste entre el día y la noche (gran amplitud térmica). Las precipitaciones varían entre los 400 y los 650 mm por año, con un máximo durante el otoño y la primavera.

## ANEJO III: CONDICIONANTES



Figura 4: Mapa climático de España

Fuente: [cuartobsoliva.blogspot.com](http://cuartobsoliva.blogspot.com)

A continuación, se van a detallar algunos de los aspectos del clima relevantes para nuestro proyecto.

### 3.1. PRECIPITACIONES

En la siguiente tabla quedan reflejados tanto la precipitación media anual como la precipitación media de cada mes, en mm.

Tabla 2: Precipitación media anual y mensual

| Nombre del mapa                   | media | unidades |
|-----------------------------------|-------|----------|
| Precipitación media anual         | 486   | mm       |
| Precipitación media de enero      | 36    | mm       |
| Precipitación media de febrero    | 32    | mm       |
| Precipitación media de marzo      | 31    | mm       |
| Precipitación media de abril      | 55    | mm       |
| Precipitación media de mayo       | 65    | mm       |
| Precipitación media de junio      | 38    | mm       |
| Precipitación media de julio      | 22    | mm       |
| Precipitación media de agosto     | 20    | mm       |
| Precipitación media de septiembre | 30    | mm       |
| Precipitación media de octubre    | 55    | mm       |
| Precipitación media de noviembre  | 48    | mm       |
| Precipitación media de diciembre  | 49    | mm       |

Fuente: Atlas Agroclimático del ITACYL

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Observamos que la precipitación media anual es de 486 mm, valor característico de la región climática en la que se encuentra la zona.

Es de interés conocer los valores de precipitación para nuestro proyecto ya que vamos a realizar la recogida de material orgánico del suelo y, de darse un clima muy lluvioso, este se podría ver afectado aumentando su degradabilidad y dificultando las labores en campo. Además, el dato de precipitación media anual va a ser utilizado para el cálculo del Índice Anual de Aridez de De Martonne. Este índice va a servir para determinar si va a ser posible la retirada de los restos de poda del cultivo.

### 3.2. TEMPERATURAS

En la siguiente tabla aparecen los datos de temperaturas medias mensuales, así como el dato de temperatura media anual, para la finca de La Rasa (Burgo de Osma), lugar donde se va a llevar a cabo nuestro proyecto.

Tabla 3: Temperaturas medias mensuales y anual

| Nombre del mapa                 | media | unidades |
|---------------------------------|-------|----------|
| Temperatura media anual         | 11.5  | °C       |
| Temperatura media de enero      | 3.3   | °C       |
| Temperatura media de febrero    | 4.4   | °C       |
| Temperatura media de marzo      | 7.2   | °C       |
| Temperatura media de abril      | 9.4   | °C       |
| Temperatura media de mayo       | 13.0  | °C       |
| Temperatura media de junio      | 18.1  | °C       |
| Temperatura media de julio      | 21.3  | °C       |
| Temperatura media de agosto     | 20.9  | °C       |
| Temperatura media de septiembre | 16.8  | °C       |
| Temperatura media de octubre    | 11.8  | °C       |
| Temperatura media de noviembre  | 6.8   | °C       |
| Temperatura media de diciembre  | 4.1   | °C       |

Fuente: Atlas Agroclimático del ITACYL

El dato de temperatura media anual va a ser de importancia para nuestro proyecto, ya que, al igual que el dato de precipitación media anual, va a ser utilizado para el cálculo del Índice de Aridez Anual de De Martonne, el cual nos va a servir para determinar la posibilidad de retirar los restos de poda del cultivo para que estos puedan ser utilizados como fuente de energía en la producción de bioetanol.

### 3.3. HELADAS

Las heladas son un factor a tener en cuenta a la hora de realizar nuestro proyecto, ya que pueden afectar directamente en la cantidad de desechos de aclareo que van a estar a nuestra disposición.

### ANEJO III: CONDICIONANTES

De producirse una helada tardía, con los manzanos en flor, se pueden llegar a producir grandes pérdidas en la viabilidad de estas, por lo que no se desarrollarían posteriormente hasta alcanzar el estado de desarrollo requerido para nuestro proyecto.

Tabla 4: Datos relativos a heladas en La Rasa (Soria)

| Nombre del mapa                               | media | unidades    |
|-----------------------------------------------|-------|-------------|
| Temperatura media mínima diaria de enero      | -2.3  | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de febrero    | -2.0  | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de marzo      | -0.3  | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de abril      | 2.0   | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de mayo       | 6.7   | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de junio      | 9.5   | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de julio      | 12.4  | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de agosto     | 12.3  | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de septiembre | 8.1   | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de octubre    | 4.8   | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de noviembre  | 1.0   | °C          |
| Temperatura media mínima diaria de diciembre  | -1.2  | °C          |
| Día última helada de primavera                | 2-MAY | día del año |
| Días libres heladas                           | 166   | días        |

Fuente: Atlas Agroclimático del ITACYL

En la tabla, observamos las temperaturas medias mínimas diarias de cada mes del año, así como el día de última helada de primavera y los días libres de heladas. El día de última helada de primavera, como norma general, se produce después de la floración de los manzanos. Aunque en la finca seleccionada para nuestro proyecto cuentan con avanzados sistemas anti heladas, se puede dar el caso de que la temperatura se desplome hasta tal punto que estos no sean efectivos.

## 4. MANO DE OBRA

Las necesidades de mano de obra van a ser distintas en función de la época del año y de la cantidad de materia prima que haya disponible.

Al estar ubicadas, tanto la planta como la finca de la cual vamos a obtener la materia prima, a escasos kilómetros de El Burgo de Osma sería preferible que las personas contratadas vivieran en este municipio o en su defecto en otros municipios cercanos, para evitar que todos los días los trabajadores tengan que realizar un largo trayecto hasta su puesto.

## 5. CONDICIONANTES LEGALES

La normativa más relevante de aplicación en este proyecto se encuentra en los siguientes apartados:

### 5.1. NORMATIVA EUROPEA

- Reglamento (UE) 2024/264 de la Comisión, de 17 de enero de 2024, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1099/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las estadísticas sobre energía, en lo que respecta a la aplicación de actualizaciones de las estadísticas anuales, mensuales y mensuales a corto plazo.
- Directiva (UE) 2015/1513 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de septiembre de 2015 por la que se modifican la Directiva 98/70/CE, relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo, y la Directiva 2009/28/CE, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Directiva (UE) 2015/652 del Consejo, de 20 de abril de 2015, por la que se establecen métodos de cálculo y requisitos de notificación de conformidad con la Directiva 98/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo.
- Directiva 2003/96/CE, de 27 de octubre de 2003, por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.

### 5.2. NORMATIVA NACIONAL

#### 5.2.1. NORMATIVA SOBRE USO DE BIOCARBURANTES

- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos. Modificada mediante Ley 12/2007, de 2 de julio.
- Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes.
- Resolución de 11 de marzo de 2019, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se incluye el biopropano en el anexo de la Orden ITC/2877/2008, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte.
- Real Decreto 1085/2015, de 4 de diciembre, de fomento de los Biocarburantes.

### 5.2.2. **NORMATIVA SOBRE SOSTENIBILIDAD**

- Orden TEC/1420/2018, de 27 de diciembre, por la que se desarrollan los aspectos de detalle del Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad y de la emisión del informe de verificación de la sostenibilidad regulados en el Real Decreto 1597/2011, de 4 de noviembre, por el que se regulan los criterios de sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos, el Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad y el doble valor de algunos biocarburantes a efectos de su cómputo.
- Real Decreto 235/2018, de 27 de abril, por el que se establecen métodos de cálculo y requisitos de información en relación con la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero de los combustibles y la energía en el transporte; se modifica el Real Decreto 1597/2011, de 4 de noviembre, por el que se regulan los criterios de sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos, el Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad y el doble valor de algunos biocarburantes a efectos de su cómputo; y se establece un objetivo indicativo de venta o consumo de biocarburantes avanzados.
- Circular 1/2019, de 13 de marzo, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se regula la gestión del mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte.
- Real Decreto 1597/2011, de 4 de noviembre, por el que se regulan los criterios de sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos, el Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad y el doble valor de algunos biocarburantes a efectos de su cómputo.

### 5.2.3. **NORMATIVA SOBRE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE núm. 303 de 17 de diciembre.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2019. Guía Técnica de Aplicación: Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE núm. 74, de 28 de marzo.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

### 5.2.4. **NORMATIVA SOBRE MÁQUINAS**

- REAL DECRETO 1644/2008, de 10 de octubre, del Ministerio de la Presidencia por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
  
- Real Decreto 448/2020, de 10 de marzo, sobre caracterización y registro de la maquinaria agrícola.



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|    |                                                         |   |
|----|---------------------------------------------------------|---|
| 1. | SITUACIÓN DE LA FINCA DE LA RASA.....                   | 2 |
| 2. | SITUACIÓN DE LA PARCELA .....                           | 3 |
| 3. | SITUACIÓN DEL MUNICIPIO .....                           | 4 |
| 4. | SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DE LOS BIOCOMBUSTIBLES..... | 4 |

## 1. SITUACIÓN DE LA FINCA DE LA RASA

La plantación de manzanos de La Rasa es la más representativa de las fincas del Grupo Nufri. Sus condiciones edafoclimáticas han sido estudiadas durante años hasta que en 2008 fue seleccionada para su actual fin.

Se trata de una gran finca de 1.045 hectáreas de superficie, situada a 870 metros de altitud, certificada con el sello de garantía Tierra de Sabor. Del total de superficie, 750 hectáreas están dedicadas al cultivo de manzano. Este se divide en 5 unidades de 150 hectáreas, cada una a su vez dividida en 10 unidades de 15 hectáreas.

El marco de plantación ronda entre los 3000 y los 3500 árboles por hectárea, dependiendo de las diferentes variedades presentes. Entre las variedades de manzana que alberga este lugar se encuentran: Golden, Royal Gala, Fuji, Envy y Evelina.

La climatología es idónea para el cultivo de manzanas, con fuertes contrastes térmico entre el día y la noche; la tierra con los nutrientes necesarios; y la situación próxima a los ríos Duero y Ucero proporciona agua para el riego, tanto por goteo como por aspersión (este último se utiliza para crear un ambiente más húmedo evitando que el árbol sufra por estrés térmico).

Por otro lado, al ser un cultivo que no se da en la zona, las plagas que pueden afectar a los manzanos no están instauradas en la plantación. Aun así, en caso de aparecer, la técnica más frecuente para combatir las es mediante la confusión sexual. Este método consiste en la liberación de las mismas feromonas liberadas por la hembra de las especies a combatir, confundiendo a los machos de tal manera que son incapaces de orientarse y encontrar a las hembras, evitando así su reproducción y continuidad en el cultivo.

La recolección se lleva a cabo de forma manual, guardándose en cajones de 300 kg desde donde van a la central, situada en la misma finca. Es ahí donde se procede a la conservación del producto hasta un tiempo máximo de ocho o nueve meses, cuando se empaqueta y se lleva al mercado.

La explotación cuenta con más de dos millones de árboles, con una producción de unas 20.000 toneladas. Gracias a las técnicas de conservación, Nufri es capaz de ofrecer al cliente fruta fresca durante todo el año.

Por último, esta empresa ilerdense sostiene una clara apuesta por la investigación y la innovación, colaborando con centros de investigación como el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Cataluña (IRTA).

## ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL



Figura 1: Imagen de la finca de La Rasa

Fuente: investinsoria.es

## 2. SITUACIÓN DE LA PARCELA

La nave con las instalaciones necesarias para la producción de bioetanol se situará en la calle Ureba 6 del polígono industrial de la Güera, en el municipio de El Burgo de Osma (Soria). La parcela cuenta con una superficie de 3.026 m<sup>2</sup>, se encuentra en venta y es de uso industrial. Su referencia catastral es la siguiente: 2505302VM9020N0001LQ.

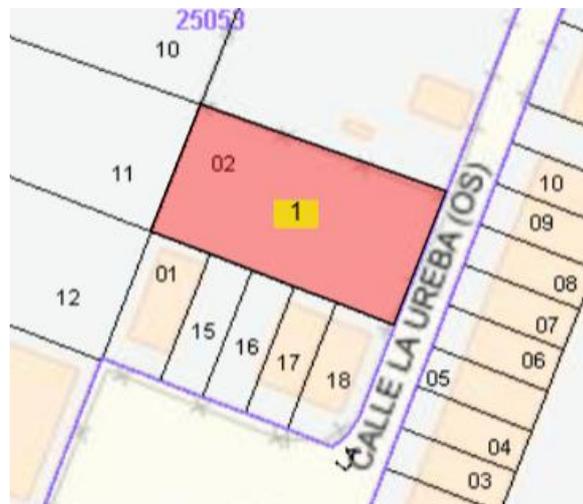


Figura 2: Parcela seleccionada

Fuente: Sede electrónica del Catastro

### **3. SITUACIÓN DEL MUNICIPIO**

La Rasa, una localidad de la provincia de Soria, pertenece al municipio de Burgo de Osma-Ciudad de Osma. Esta pequeña localidad de unos 50 habitantes alberga una gran explotación frutícola de manzanos en regadío de 1.055 hectáreas. Hoy, la finca de La Rasa es la mayor, más moderna y tecnificada plantación de manzanos de toda Europa. La producción anual de manzanas ronda los 40 millones de kilos.

A unos 2,5 km de esta finca, se encuentra el polígono de la Güera, lugar de emplazamiento de la nave de este proyecto.

El Burgo de Osma, municipio al cual pertenece la pequeña localidad de La Rasa, cuenta con una población de alrededor de 5.000 habitantes. La tendencia de los últimos años indica un aumento progresivo de la población, pasando de 4.926 vecinos en el año 2018 a 5.161 en enero de 2023, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

### **4. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DE LOS BIOCOMBUSTIBLES**

La producción de biocombustibles ha evolucionado a lo largo del tiempo, pudiéndose hoy en día diferenciar en tres generaciones:

- Primera generación: aquellos que tienen su origen en cultivos energéticos, que han sido instaurados únicamente para producir estos productos.
- Segunda generación: utilizan como materia prima residuos de todo tipo, urbanos, agrícolas, ganaderos, industriales, etc.
- Tercera generación: se producen a partir de algas marinas. Son novedosos y queda mucha investigación por realizar.

Actualmente los que mayor interés generan son los de segunda generación, ya que contribuyen al desarrollo de la economía circular. Se estima que al año se producen 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos, por lo que a través de su valorización podríamos obtener gran variedad de productos.

Los biocombustibles juegan un papel importante en la reducción de emisiones y sustitución de los combustibles fósiles, aunque necesitan de inversión e investigación.

## ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL

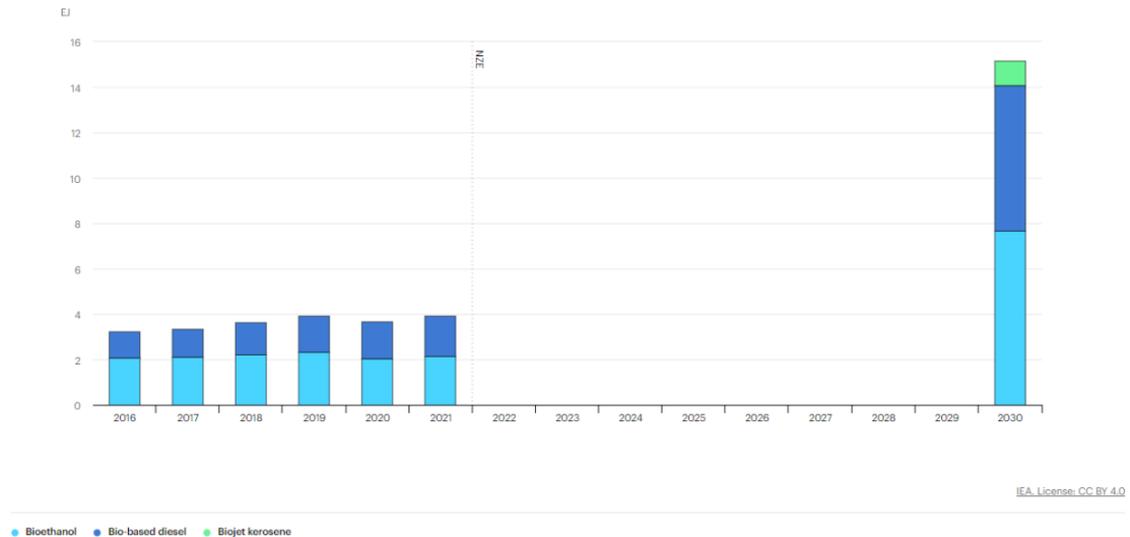


Figura 3: Producción y expectativas de biocombustibles

Fuente: burjcdigital.urjc.es

El bioetanol es el combustible con mayor producción, y se espera que esta siga aumentando con el tiempo, a fin de sustituir parcialmente la utilización de combustibles de origen fósil, tanto para transporte como para la industria o caldearas domésticas, reduciendo de esta manera las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente de CO<sub>2</sub>.



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO V: BALANCE DE MATERIA**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                    | 2  |
| 2. LAVADO, CORTE Y REDUCCIÓN DE TAMAÑO.....             | 3  |
| 3. PRETRATAMIENTO DE EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA.....  | 4  |
| 4. SFS (SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTÁNEA) ..... | 6  |
| 5. DESTILACIÓN .....                                    | 7  |
| 6. DESHIDRATACIÓN.....                                  | 9  |
| 7. CONCLUSIÓN .....                                     | 10 |

# 1. INTRODUCCIÓN

El balance de materia de este documento ha sido realizado en base a datos obtenidos de diversas fuentes y bajo supuestos detallados en cada una de las etapas.

Resulta de vital importancia para este proyecto contar con un balance de masa, ya que con éste se pueden calcular la cantidad de insumos requeridos para cada una de las etapas, y a su vez permite el dimensionado de los equipos apropiados en el diseño de la planta.

El balance de materia de la planta de bioetanol implica calcular las entradas y salidas de materiales en cada etapa del proceso de producción. Este proceso está definido y consta de las siguientes fases:

- Lavado, corte y reducción del tamaño
- Pretratamiento de explosión a vapor catalizada
- SFS (Sacarificación y Fermentación Simultánea)
- Destilación
- Deshidratación

En el diagrama de flujo podemos observar las fases del proceso de producción, así como sus entradas y salidas hasta obtener finalmente el bioetanol deseado.

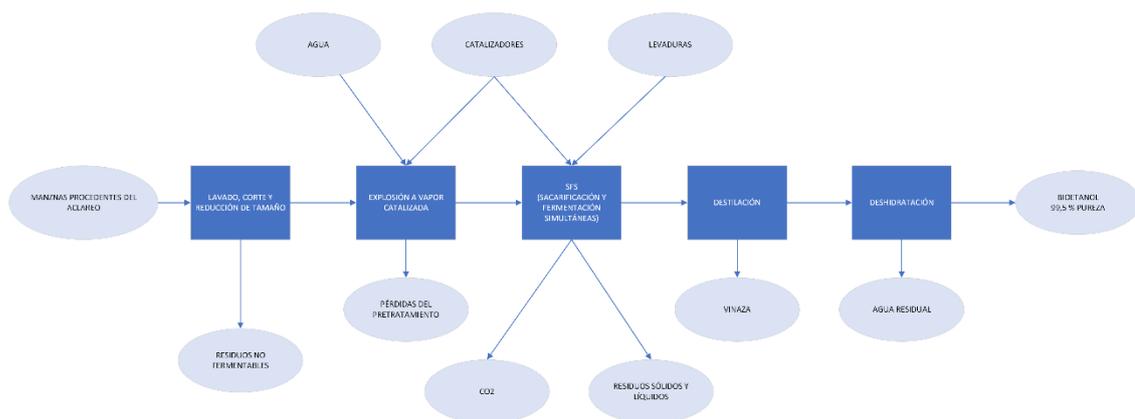


Figura 1: Diagrama de flujo del balance de materia

Fuente: Elaboración propia

En cada etapa, la suma de las entradas y la suma de las salidas debe ser igual, es decir, se deben cumplir las leyes de conservación de la masa. A continuación, vamos a especificar el balance de materia detallado de cada una de las partes por separado.

## 2. LAVADO, CORTE Y REDUCCIÓN DE TAMAÑO

En el lavado, corte y reducción de tamaño, la primera de las etapas que vamos a considerar en nuestro proceso de producción, se va a contabilizar como entrada únicamente las manzanas procedentes del aclareo que se van a utilizar por temporada, en este caso 2.000 toneladas.

Como salidas obtendremos manzanas procesadas, y a su vez vamos a asumir una pérdida del 2% debido a la eliminación de residuos no fermentables<sup>1</sup>, tales como cáscaras duras y tallos.

En resumen:

➤ **Entrada**

- ❖ 2.000 toneladas de manzanas procedentes del aclareo

➤ **Salida**

- ❖ Manzanas procesadas:

$$2000 \text{ toneladas} \cdot 0,98 = 1960 \text{ toneladas}$$

- ❖ Residuos no fermentables:

$$2000 \text{ toneladas} \cdot 0,02 = 40 \text{ toneladas}$$

---

<sup>1</sup> "Processing of Fruits and Vegetables: From Farm to Fork" por el Instituto de Tecnología de Alimentos.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

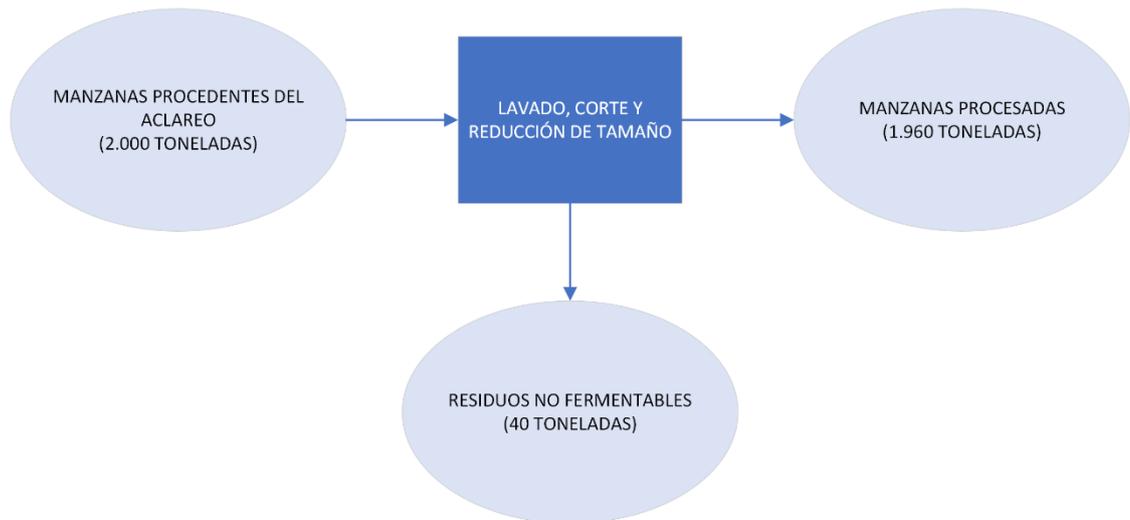


Figura 2: Diagrama de flujo del proceso de lavado, corte y reducción de tamaño

Fuente: Elaboración propia

### 3. PRETRATAMIENTO DE EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA

Durante el pretratamiento de explosión a vapor catalizada se lleva a cabo la rotura de las estructuras de celulosa y hemicelulosa, haciendo que los compuestos resultantes sean más accesibles en etapas posteriores.

Las entradas de esta etapa van a consistir en las 1960 toneladas de manzanas procesadas del apartado anterior, agua y catalizadores, suponiendo un 20% de adición de agua.

Por otro lado, las salidas van a consistir en el material pretratado, suponiendo un 4% de pérdidas durante el proceso, y las propias pérdidas, provenientes de la pérdida de materia sólida y la evaporación del agua debido a las altas presiones y temperaturas.

En resumen:

## ANEJO V: BALANCE DE MATERIA

### ➤ Entradas

- ❖ 1960 toneladas de manzanas procesadas
- ❖ Agua y catalizadores (20% de adición de agua)

### ➤ Salidas

- ❖ Material pretratado:

$$1960 \text{ toneladas} \cdot 0,96 = 1881,6 \text{ toneladas}$$

- ❖ Pérdidas del pretratamiento

$$1960 \text{ toneladas} \cdot 0,04 = 78,4 \text{ toneladas}$$

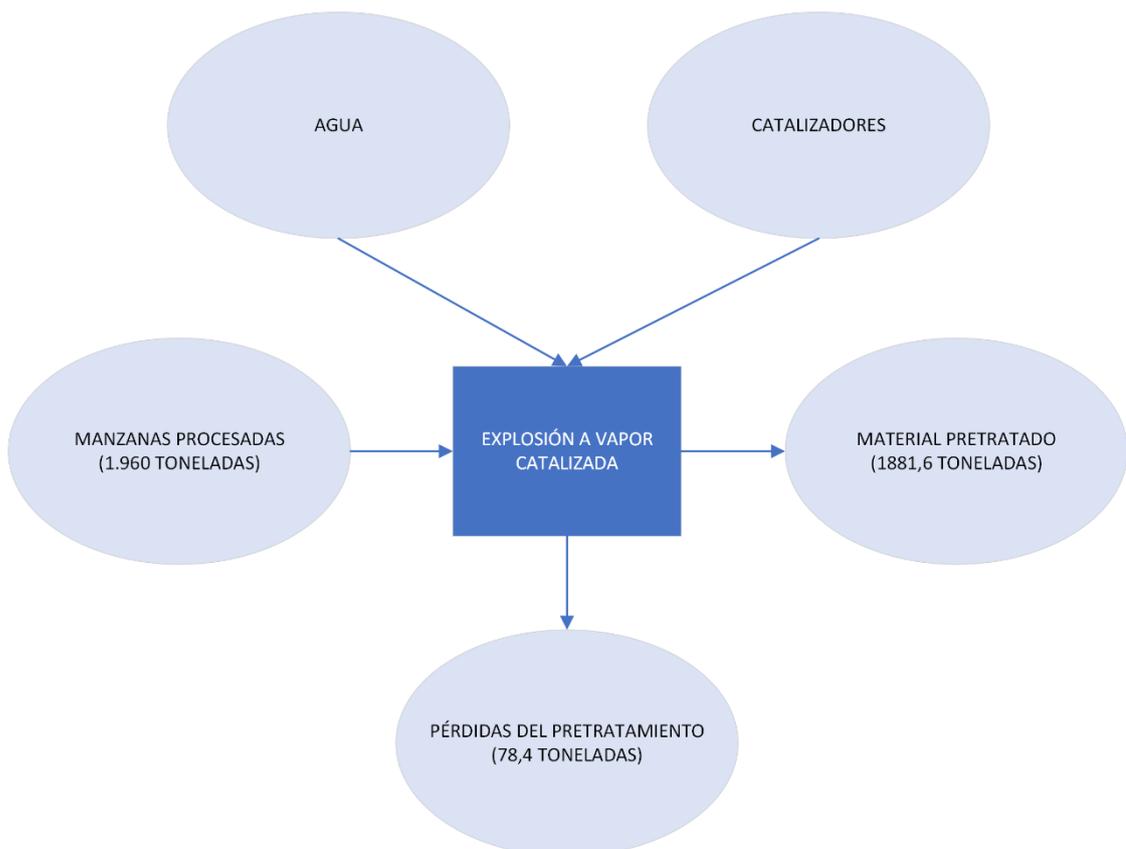


Figura 3: Diagrama de flujo del proceso de explosión a vapor catalizada

Fuente: Elaboración propia

## 4. SFS (SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTÁNEA)

En la SFS, los azúcares se convierten en etanol y CO<sub>2</sub> simultáneamente. Para los cálculos, vamos a considerar que las manzanas contienen un 10% de contenido de azúcares fermentables<sup>2</sup> y una eficiencia de fermentación del 90%<sup>3</sup>. Además, tendremos en cuenta que el rendimiento teórico del azúcar en bioetanol es de 0,511 kg etanol/ kg azúcar<sup>4</sup>.

El contenido de azúcares fermentables es el siguiente:

$$1881,6 \text{ toneladas} \cdot 0,10 = 188,16 \text{ toneladas de azúcares fermentables}$$

De esta manera, las entradas que vamos a tener en esta etapa van a ser el material pretratado (1881,6 toneladas) por un lado, y enzimas y levaduras por otro.

Levando a cabo los cálculos oportunos, obtenemos los siguientes resultados:

### ➤ Entradas

- ❖ Material pretratado: 1881,6 toneladas
- ❖ Enzimas y levadura

### ➤ Salidas

- ❖ Etanol

$$188,16 \text{ toneladas} \cdot 0,9 \cdot 0,511 = 86,44 \text{ toneladas}$$

- ❖ CO<sub>2</sub>

$$188,16 \text{ toneladas} \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,511) = 82,66 \text{ toneladas}$$

---

<sup>2</sup> "Composition and Nutritional Value of Apples" por USDA National Nutrient Database.

<sup>3</sup> "Steam Explosion Pretreatment for the Conversion of Biomass to Biofuels" por la Agencia Internacional de Energía.

<sup>4</sup> "Theoretical Yield of Ethanol from Fermentable Sugars" por el Departamento de Energía de EE.UU.

## ANEJO V: BALANCE DE MATERIA

### ❖ Residuos sólidos y líquidos

$1881,6 \text{ toneladas} - 188,16 \text{ toneladas (azúcares convertidos)} = 1693,44 \text{ toneladas}$

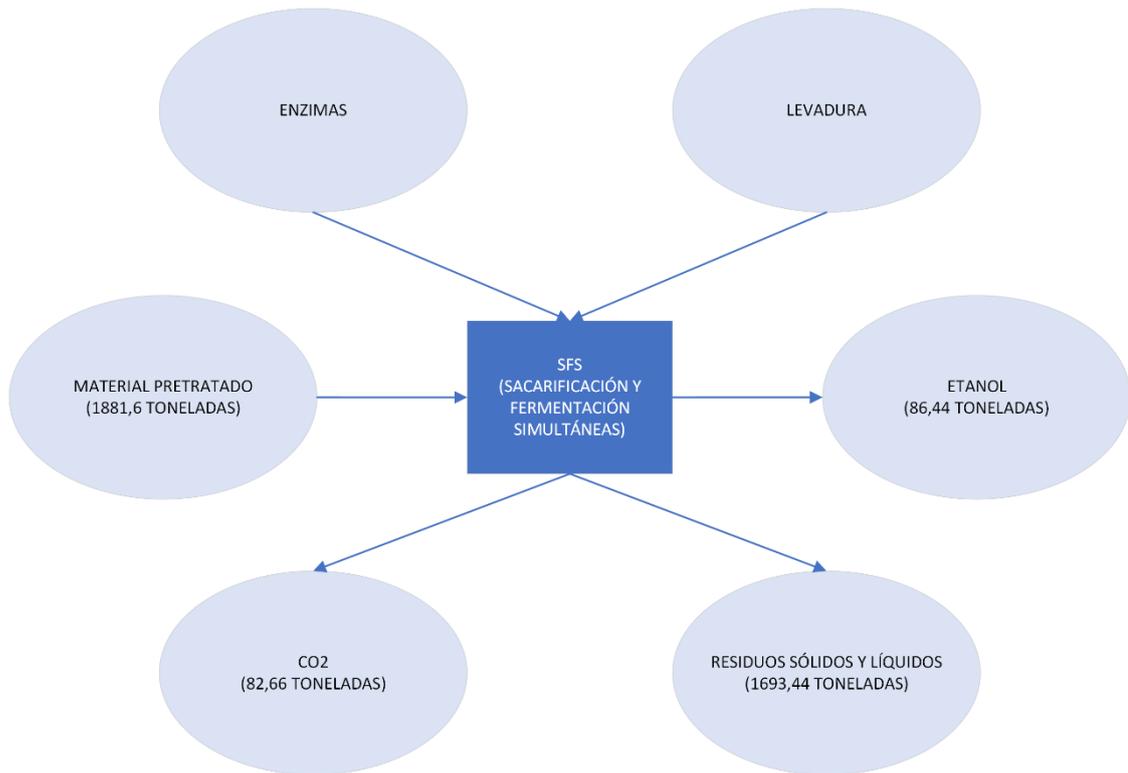


Figura 4: Diagrama de flujo de la SFS

Fuente: Elaboración propia

## 5. DESTILACIÓN

En el proceso de destilación tiene lugar la separación del etanol del resto de residuos sólidos y líquidos, aprovechando la diferencia en los puntos de ebullición. El etanol tiene su punto de ebullición a 78,3°C en condiciones normales, mientras que el agua lo tiene en 100°C en las mismas condiciones.

La entrada en esta etapa consiste en el mosto fermentado, que contiene el etanol producido, junto con el resto de residuos sólidos y líquidos.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Por otro lado, las salidas son el etanol concentrado obtenido a partir de la destilación (con una concentración del 95%<sup>5</sup>) por un lado, y la vinaza por otro (restos líquidos).

En resumen:

### ➤ Entradas

- ❖ Mosto fermentado

$$86,44 \text{ toneladas etanol} + 1693,44 \text{ toneladas residuos} = 1779,88 \text{ toneladas}$$

### ➤ Salida

- ❖ Etanol concentrado (95%): 86,44 toneladas
- ❖ Vinaza (residuos líquidos): 1693,44 toneladas

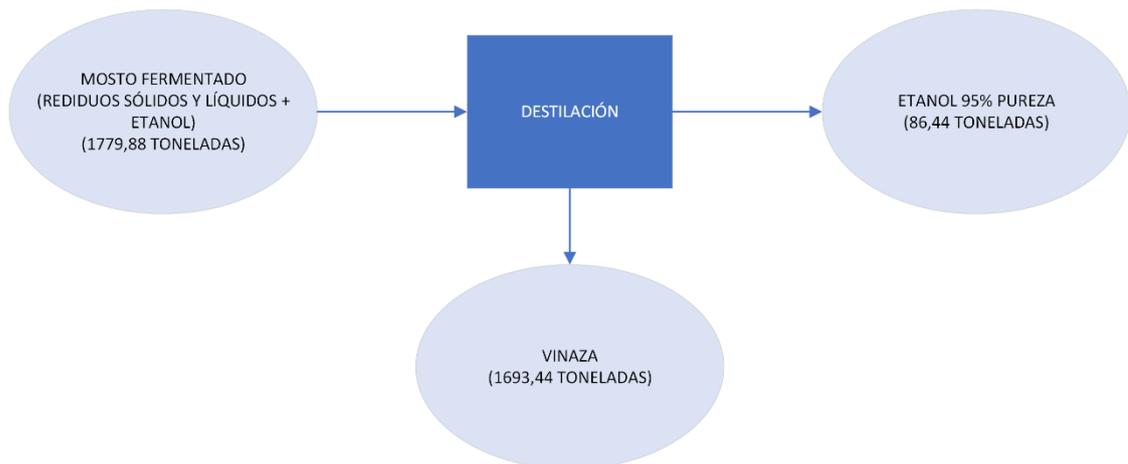


Figura 5: Diagrama de flujo de la destilación

Fuente: Elaboración propia

---

<sup>5</sup> "Distillation Processes and Applications" por Chemical Engineering Journal.

## 6. DESHIDRATACIÓN

En la deshidratación azeotrópica, la que vamos a emplear en nuestro proyecto, se adiciona un agente deshidratante (benceno, ciclohexano o pentano) al etanol anhidro. Mediante una serie de procesos explicados detalladamente en el Anejo VII: Ingeniería del proceso, se obtiene finalmente etanol anhidro, con un 99,5%<sup>6</sup> de pureza.

La entrada a la etapa de deshidratación consta únicamente del etanol concentrado obtenido en el proceso de destilación.

Las salidas son etanol anhidro con un 99,5% de pureza y el agua residual extraída en este proceso. Este etanol anhidro obtenido es el producto buscado en todo este proceso.

De esta manera y a modo de resumen:

➤ **Entrada**

- ❖ Etanol concentrado: 86,44 toneladas

➤ **Salidas**

- ❖ Etanol anhidro

$$86,44 \text{ toneladas} \cdot 0,995 = 86,01 \text{ toneladas}$$

- ❖ Agua residual

$$86,44 \text{ toneladas} \cdot 0,005 = 0,43 \text{ toneladas}$$

---

<sup>6</sup> Fuente: "Dehydration of Ethanol by Adsorption: An Overview" por la revista Industrial & Engineering Chemistry Research.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

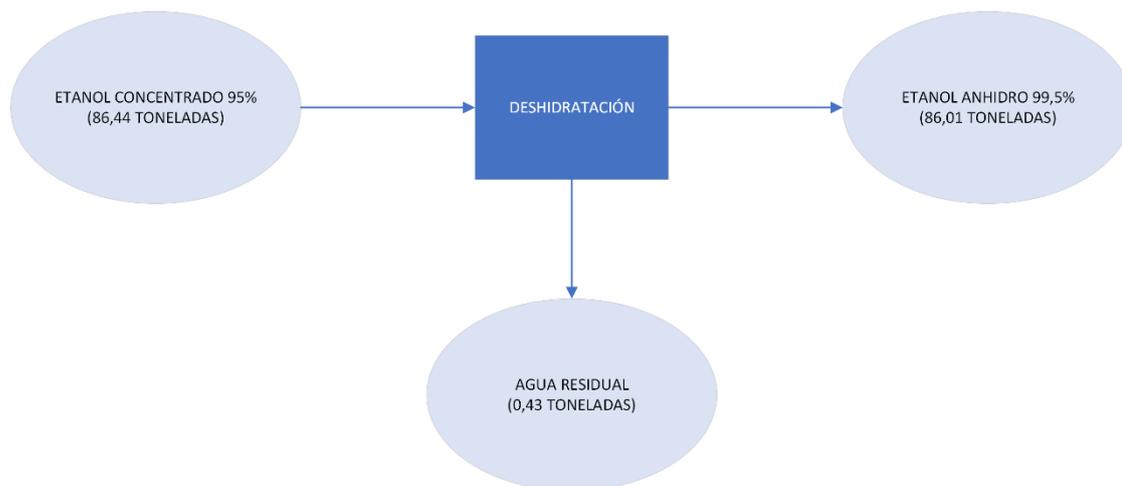


Figura 6: Diagrama de flujo del proceso de deshidratación

Fuente: Elaboración propia

## 7. CONCLUSIÓN

A partir de las 2000 toneladas de manzanas del aclareo iniciales, se pueden obtener aproximadamente 86,01 toneladas de etanol anhidro, junto con subproductos como residuos sólidos, CO<sub>2</sub> y vinaza. Estos cálculos pueden variar en función de múltiples factores, tales como la variabilidad en la cantidad de manzanas que se aclaren en la plantación, la eficiencia real de cada etapa del proceso o las características específicas de la materia prima empleada.

Haciendo una recopilación de todos los datos, elaboramos el siguiente resumen del balance de materia:

| ENTRADAS                 |
|--------------------------|
| 20 toneladas de manzanas |
| Agua (20%)               |
| Enzimas                  |
| Levadura                 |

| SALIDAS                                           |
|---------------------------------------------------|
| 40 toneladas de residuos no fermentables          |
| 78,4 toneladas de pérdidas del pretratamiento     |
| 82,66 toneladas de CO <sub>2</sub>                |
| 1693,44 toneladas de vinaza                       |
| 0,43 toneladas de agua residual de deshidratación |
| 86,01 toneladas de etanol anhidro                 |



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO VI: BALANCE DE ENERGÍA**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|      |                                                       |    |
|------|-------------------------------------------------------|----|
| 1.   | INTRODUCCIÓN.....                                     | 2  |
| 2.   | ETAPAS DEL PROCESO Y CONSUMO ENERGÉTICO.....          | 3  |
| 2.1. | LAVADO, CORTE Y REDUCCIÓN DE TAMAÑO.....              | 3  |
| 2.2. | PRETRATAMIENTO DE EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA .....  | 3  |
| 2.3. | SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTÁNEAS (SFS) ..... | 4  |
| 2.4. | DESTILACIÓN.....                                      | 4  |
| 2.5. | DESHIDRATACIÓN .....                                  | 5  |
| 3.   | ESTIMACIÓN DE LOS CALORES RESIDUALES.....             | 5  |
| 3.1. | PRETRATAMIENTO DE EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA .....  | 6  |
| 3.2. | DESTILACIÓN.....                                      | 6  |
| 3.3. | DESHIDRATACIÓN .....                                  | 7  |
| 4.   | USO DE BIOMASA PARA GENERAR CALOR .....               | 7  |
| 5.   | CONSUMO DE ENERGÍA PARA ILUMINACIÓN.....              | 8  |
| 6.   | RESUMEN DEL BALANCE DE ENERGÍA .....                  | 8  |
| 7.   | CONCLUSIÓN .....                                      | 10 |

# 1. INTRODUCCIÓN

En el balance de energía descrito a continuación se consideran los consumos energéticos de cada una de las etapas del proceso de producción, así como la utilización de los restos de poda en una caldera de biomasa para la generación de calor y el consumo energético para la iluminación de la nave.

En el siguiente diagrama de flujo podemos observar cada una de las etapas del proceso productivo, reflejando para cada una de ella los flujos de energía correspondientes.

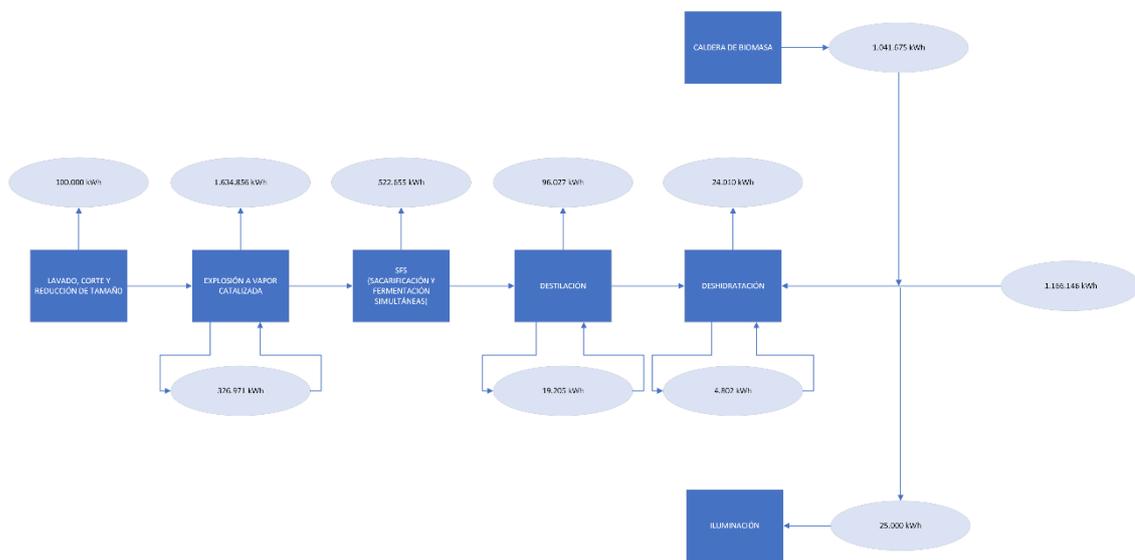


Figura 1: Diagrama de flujo del balance de energía

Fuente: Elaboración propia

Observamos que se diferencia entre consumos y aportes. Las flechas que salen de cada uno de los procesos productivos indican consumo de energía, mientras que los calores residuales se indican con dos flechas, una entrante y otra saliente, lo que significa que esa energía va a volver a ser utilizada en ese proceso.

Por otro lado, la caldera de biomasa aporta energía al balance total, y la iluminación la consume, obteniendo finalmente la conclusión de que va a ser necesario el aporte de 1.166.146 kWh para la obtención del bioetanol.

## 2. ETAPAS DEL PROCESO Y CONSUMO ENERGÉTICO

Cada una de las etapas en las que se divide el proceso productivo son descritas detalladamente en el Anejo VII: Ingeniería del proceso. La obtención de los datos empleados en los apartados varían en función de la máquina empleada y el proceso específico, en este caso han sido extraídos a partir de datos de la industria y literatura científica<sup>1</sup>.

En los siguientes subapartados aparecen los consumos energéticos para cada una de ellas:

### 2.1. LAVADO, CORTE Y REDUCCIÓN DE TAMAÑO

En la primera etapa, de lavado, corte y reducción del tamaño de la materia prima, la energía consumida por la lavadora y la cortadora de frutas va a ser de 50 kWh/tonelada. Por lo tanto, para el total de las 2000 toneladas que van a ser procesadas, esta etapa tiene un consumo energético total de:

$$50 \frac{kWh}{tonelada} \cdot 2000 \text{ toneladas} = 100000kWh$$

### 2.2. PRETRATAMIENTO DE EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA

Durante el proceso de explosión a vapor catalizada la biomasa es sometida a vapor de alta presión y temperatura, lo que rompe la estructura celular de la misma y facilita el acceso a las enzimas para la posterior sacarificación.

El calor necesario para esta etapa es de aproximadamente 3 GJ/tonelada, por lo que para el total de las 1960 toneladas que entran en la autoclave (máquina) para la explosión a vapor, se va a consumir un total de:

---

<sup>1</sup> "Biomass Boiler Efficiency: Key Considerations" por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

$$1960 \text{ toneladas} \cdot 3 \text{ GJ/tonelada} = 5880 \text{ GJ}$$

Convertido a kWh:

$$5880 \text{ GJ} \cdot 277,78 \text{ kWh/GJ} = 1.634.856 \text{ kWh}$$

### **2.3. SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTÁNEAS (SFS)**

En este proceso las enzimas convierten los polímeros de los carbohidratos resultantes de la explosión a vapor catalizada en azúcares fermentables, a la vez que estos son convertidos en etanol por las levaduras en una única etapa.

El calor necesario para esta etapa es de aproximadamente 1 GJ/tonelada, requerido para el mantenimiento de una temperatura constante y para la remoción de la mezcla introducida en el biorreactor.

De esta manera, el cálculo del consumo energético es el siguiente, teniendo en cuenta las 1881,6 toneladas que entran al biorreactor:

$$1881,6 \text{ toneladas} \cdot 1 \text{ GJ/tonelada} = 1881,6 \text{ GJ}$$

Convertido a kWh:

$$1881,6 \text{ GJ} \cdot 277,78 \text{ kWh/GJ} = 522.655 \text{ kWh}$$

### **2.4. DESTILACIÓN**

## ANEJO VI: BALANCE DE ENERGÍA

Para la separación del etanol del agua y otros componentes mediante destilación, el proceso requiere un calentamiento de la mezcla obtenida de la etapa de SFS para elevar la mezcla por encima de 78,3°C, la temperatura de ebullición del etanol.

Este calor es de aproximadamente 4 GJ/tonelada de etanol y sabiendo que 86,44 toneladas de la mezcla son bioetanol, el consumo energético de esta etapa será el siguiente:

$$86,44 \text{ toneladas} \cdot 4\text{GJ/tonelada} = 345,76 \text{ GJ}$$

Expresado en kWh:

$$345,76 \text{ GJ} \cdot 277,78 \text{ kWh/GJ} = 96.027\text{kWh}$$

### 2.5. DESHIDRATACIÓN

El etanol obtenido de la destilación contiene todavía alrededor de un 5% de agua, por lo que, para obtener etanol anhidro, de un 99,5% de pureza, requiere de un proceso de deshidratación (en nuestro caso azeotrópica), con su consiguiente consumo energético.

El calor necesario de esta etapa es de aproximadamente 1 GJ/tonelada de etanol, por lo que:

$$86,44 \text{ toneladas} \cdot 1 \text{ GJ/tonelada} = 86,44 \text{ GJ}$$

Expresado en kWh:

$$86,44 \text{ toneladas} \cdot 277,78 \text{ kWh/GJ} = 24.010 \text{ kWh}$$

## 3. ESTIMACIÓN DE LOS CALORES RESIDUALES

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

El calor residual recuperable es la energía térmica que no se utiliza completamente en un proceso industrial y queda disponible en los sistemas. Este puede ser aprovechado y reutilizado en otros procesos dentro de la misma planta, como para precalentar materias primas, generar vapor adicional o mantener condiciones operativas en las distintas etapas. De esta manera, la eficiencia energética global mejora y se reduce el consumo total de energía.

En el balance energético de una planta de bioetanol, los calores residuales se estiman generalmente a partir de un porcentaje de la energía térmica aplicada. A continuación, se detallan el origen de los calores residuales y su estimación para las siguientes etapas del proceso productivo.

### **3.1. PRETRATAMIENTO DE EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA**

Durante el pretratamiento, se usa vapor de agua a alta presión y temperatura con el fin de romper las estructuras de la biomasa y hacerlas más accesibles. Una parte significativa del calor aplicado no se utiliza completamente en la reacción química y queda en el sistema después de la explosión de vapor.

Dicho calor residual se puede recuperar en forma de vapor o agua caliente para ser utilizado para calentar otros flujos de proceso o para generar vapor adicional.

Suponiendo una estimación del calor residual del 20%, obtenemos el valor del calor residual del pretratamiento.

$$0,2 \cdot 1.634.856 \text{ kWh} = 326.971 \text{ kWh}$$

### **3.2. DESTILACIÓN**

La destilación implica calentar la mezcla para separar el etanol del agua. El calor utilizado para evaporar el etanol también calienta el agua y otros componentes.

Parte del calor en el vapor y los condensados no se emplea completamente para la separación y puede ser recuperado. Este calor residual puede ser empleado para el precalentamiento de la alimentación de la columna de destilación o para otros procesos.

## ANEJO VI: BALANCE DE ENERGÍA

Suponiendo un 20% de calor residual de la destilación:

$$0,2 \cdot 96.027 \text{ kWh} = 19.205 \text{ kWh}$$

### 3.3. DESHIDRATACIÓN

El proceso de deshidratación también implica calentamiento de la mezcla para la eliminación del agua restante de la destilación. Parte de este calor queda en el sistema y puede ser recuperado.

Para el cálculo del calor residual, se supone una estimación de este en el 20%.

$$0,2 \cdot 24.010 \text{ kWh} = 4.802 \text{ kWh}$$

## 4. USO DE BIOMASA PARA GENERAR CALOR

Tal y como se describe en el Anejo II: Estudio de alternativas, se va a llevar a cabo el aprovechamiento de los restos de poda en una caldera de biomasa para la producción del calor necesario en el proceso de producción de bioetanol.

Contamos con 250 toneladas de restos de poda por temporada, con un poder calorífico de 15 GJ/tonelada. Teniendo en cuenta lo anterior, determinamos la energía disponible en la biomasa.

$$250 \text{ toneladas} \cdot 15 \text{ GJ/tonelada} = 3750 \text{ GJ}$$

Transformando a kWh:

$$3750 \text{ GJ} \cdot 277,78 \text{ kWh/GJ} = 1.041.675 \text{ kWh}$$

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Este valor refleja la energía contenida en la biomasa procedente de los restos de poda. Considerando una eficiencia de la caldera de biomasa del 85%<sup>2</sup>, obtendremos el valor de la energía útil.

$$1.041.675 \text{ kWh} \cdot 0,85 = 885.424 \text{ kWh}$$

## 5. CONSUMO DE ENERGÍA PARA ILUMINACIÓN

Dado que la planta de producción va a estar funcionando 24 horas al día, va a necesitar iluminación, con un consumo anual estimado para un espacio de las mismas características de 100.000 kWh<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta que la producción de bioetanol se produce cuando hay manzanas procedentes del aclareo, durante un periodo máximo de 3 meses, el consumo energético por iluminación se va a reducir a este periodo de tiempo.

$$100.000 \text{ kWh}/12 \text{ meses} \cdot 3 \text{ meses} = 25.000 \text{ kWh}$$

## 6. RESUMEN DEL BALANCE DE ENERGÍA

La energía total consumida se obtiene de la suma de los siguientes valores:

| PROCESO                       | ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) |
|-------------------------------|-------------------------|
| Lavado y corte                | 100.000                 |
| Pretratamiento                | 1.634.856               |
| Sacarificación y fermentación | 522.655                 |
| Destilación                   | 96.027                  |
| Deshidratación                | 24.010                  |
| Iluminación                   | 25.000                  |

<sup>2</sup> "Biomass Boiler Efficiency: Key Considerations" por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.

<sup>3</sup> "Energy Efficient Lighting for Industrial Applications" por el Departamento de Energía de EE.UU.

## ANEJO VI: BALANCE DE ENERGÍA

De esta manera:

$$100.000 \text{ kWh} + 1.634.856 \text{ kWh} + 522.655 \text{ kWh} + 96.027 \text{ kWh} + 24.010 \text{ kWh} \\ + 25.000 \text{ kWh} = \mathbf{2.402.548 \text{ kWh}}$$

Por otro lado, el total de energía recuperada se obtiene de la suma de los siguientes valores:

| PROCESO        | ENERGÍA RECUPERADA (kWh) |
|----------------|--------------------------|
| Pretratamiento | 326.971                  |
| Destilación    | 19.205                   |
| Deshidratación | 4.802                    |

Realizando la suma de estos valores:

$$326.971 \text{ kWh} + 19.205 \text{ kWh} + 4.802 \text{ kWh} = \mathbf{350.978 \text{ kWh}}$$

Una vez calculados los valores de energía consumida y energía recuperada, procedemos a calcular el valor de **energía neta consumida antes de biomasa**, como la diferencia entre ambos:

$$2.402.548 \text{ kWh} - 350.978 \text{ kWh} = \mathbf{2.051.571 \text{ kWh}}$$

Finalmente, restando a la energía neta consumida antes de la biomasa la energía aportada por esta, obtenemos la **energía neta consumida después de biomasa**:

$$2.051.570 \text{ kWh} - 885.424 \text{ kWh} = \mathbf{1.166.146 \text{ kWh}}$$

## **7. CONCLUSIÓN**

Empleando 250 toneladas de restos de poda en una caldera de biomasa y considerando el consumo de electricidad para la iluminación durante el periodo de producción de bioetanol de 3 meses, la planta consume aproximadamente 1.166.391 kWh de energía neta para procesar las 2.000 toneladas de manzanas procedentes del aclareo.

Los cálculos anteriormente realizados consideran valores aproximados de diferentes parámetros, por lo que el resultado final puede variar en función de los mismos.



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROCESO**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|        |                                                         |    |
|--------|---------------------------------------------------------|----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN.....                                       | 2  |
| 2.     | RECOLECCIÓN DE MATERIA PRIMA.....                       | 3  |
| 2.1.   | RECOGIDA DE MANZANAS PROCEDENTES DEL ACLAREO .....      | 3  |
| 2.2.   | RECOGIDA DE LOS RESTOS DE PODA.....                     | 4  |
| 2.2.1. | PAUTAS PARA LA RECOGIDA DE RESTOS DE PODA .....         | 4  |
| 3.     | PROCESO PRODUCTIVO.....                                 | 7  |
| 3.1.   | LAVADO, CORTE Y REDUCCIÓN DE TAMAÑO .....               | 8  |
| 3.2.   | EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA .....                      | 10 |
| 3.3.   | SFS (SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTÁNEAS) .....   | 11 |
| 3.4.   | DESTILACIÓN .....                                       | 13 |
| 3.5.   | DESHIDRATACIÓN .....                                    | 15 |
| 3.6.   | CALDERA DE BIOMASA.....                                 | 19 |
| 4.     | ALMACENAJE.....                                         | 20 |
| 4.1.   | ALMACENAJE DEL BIOETANOL .....                          | 20 |
| 4.2.   | ALMACENAJE DE LOS RESTOS DE PODA .....                  | 22 |
| 4.3.   | ALMACENAJE DE LAS MANZANAS PROCEDENTES DEL ACLAREO...22 |    |

# 1. INTRODUCCIÓN

El proceso completo consta de tres subprocesos principales. En el primero de ellos, se detalla la forma de recolección de la materia prima, tanto de las manzanas procedentes del aclareo que posteriormente servirán de sustrato para la producción de bioetanol, como de los restos de poda para la obtención de calor mediante una caldera de biomasa.

En el segundo de los procesos, el proceso productivo, se especifican las diferentes etapas que este comprende, así como la maquinaria necesaria.

En el tercer y último subproceso se detalla el modo de almacenamiento para acumular el bioetanol desde su producción hasta su venta final.

En el siguiente diagrama de procesos podemos observar las diferentes etapas de que estos constan.

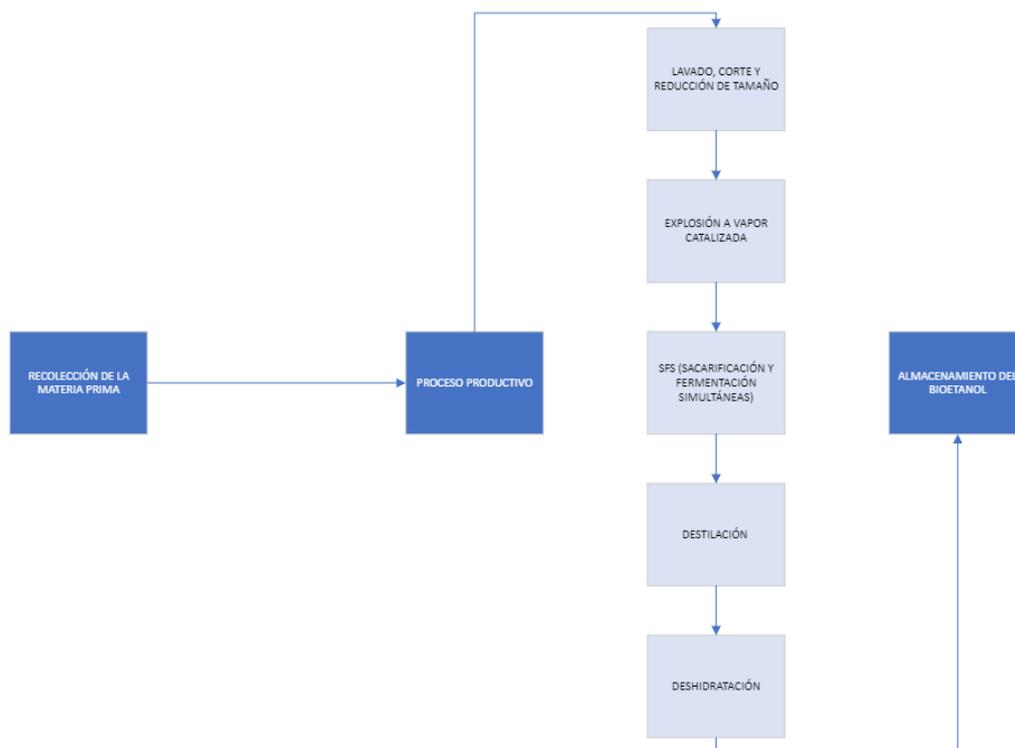


Figura 1: Diagrama de procesos

Fuente: Elaboración propia

## 2. RECOLECCIÓN DE MATERIA PRIMA

La recolección de la materia prima consta de dos subprocesos que son la recogida de las manzanas procedentes del aclareo por un lado, y la recogida de los restos de poda por otro.

En este apartado se incluyen pautas para determinar si es viable o no llevar a cabo la recogida de los restos de poda, en función de parámetros como la textura del suelo, su contenido de materia orgánica, o la pendiente del terreno.

### 2.1. RECOGIDA DE MANZANAS PROCEDENTES DEL ACLAREO

La materia prima que vamos a emplear se encuentra dispersa por toda la superficie de la finca de manzanos, de 1.055 hectáreas. Para poder recolectar de la manera más eficiente, se utilizará un tractor, que irá equipado con un apero específico sobre el cual irá montado un aspirador. Para este proceso se requiere de mínimo dos operarios, uno de ellos que conduce el tractor, y otro que pasa el aspirador sobre el residuo que queremos acumular.

El tractor discurrirá lentamente por las calles de la plantación, moderando su velocidad en función de la cantidad de manzanas que haya en el suelo. A menor cantidad de estas, mayor podrá ser su velocidad, y viceversa.

El operario con el aspirador se encargará de pasar la boca de este sobre todas las manzanas de la calle, realizando un barrido tratando de recoger la mayor cantidad posible.

Posteriormente, cuando el remolque esté lleno, se cargará en un camión, que se encargará del transporte hasta la planta de producción para que se pueda proceder con los siguientes procesos.



Figura 2: Aspiradora de frutos

Fuente: agrocor.es

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

La aspiradora de frutos utilizada para la recolección de residuos del aclareo cuenta con las siguientes características técnicas:

Tabla 1: Características técnicas de la aspiradora de frutos

|                                  |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| <b>Capacidad de la tolva</b>     | 1,2 m <sup>3</sup> |
| <b>Altura máxima de descarga</b> | 2,5 m              |
| <b>Aspiración aproximada</b>     | 110 kg/min         |
| <b>Diámetro de manguera</b>      | 220 mm             |
| <b>Longitud de la manguera</b>   | 4 m                |

Fuente: Elaboración propia

Aunque conozcamos la capacidad aproximada de aspiración de la máquina (110 kg/min), el cálculo de los rendimientos que se podrían obtener en la recogida es difícil de calcular, debido a la distribución heterogénea de los residuos por toda la superficie de la plantación.

## 2.2. RECOGIDA DE LOS RESTOS DE PODA

La recogida de los restos de poda se llevará a cabo de manera manual durante un periodo de 6 meses, desde que comienza la poda hasta que comienza la recogida de manzanas procedentes del aclareo.

La irregularidad del material a recoger dificulta la mecanización del proceso, por lo que hace que esta sea inviable.

La cantidad de residuos de la poda que se pretenden recoger anualmente es de 250.000 kg, por lo que se deberán establecer objetivos de recolección sobre los 1.400 kg/día, de tal manera que cuando se hayan acabado de recoger, comience el proceso de recolección de manzanas del aclareo.

### 2.2.1. PAUTAS PARA LA RECOGIDA DE RESTOS DE PODA

Una estructura adecuada del suelo y un elevado nivel de materia orgánica son condiciones que van a proporcionar una capacidad óptima de retención de agua y disponibilidad de nutrientes para el cultivo.

En términos generales, los restos de poda pueden eliminarse del suelo si se disponen de otras fuentes de carbono, tales como los pastos de cobertura o la enmienda orgánica del suelo.

## ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROCESO

La poda no debe eliminarse del campo si:

- 1) No se puede establecer una cobertura de vegetación superior al 80%.
- 2) La estructura del suelo es débil y tiende a la compactación, sedimentación o escorrentía superficial.
- 3) Los campos son propensos a la erosión.
- 4) El suelo superior tiende a condiciones de anegamiento.
- 5) No se puede establecer una cobertura vegetal con más de 15 t/ha-año y un bajo contenido de carbono del suelo.

Habiendo tenido en consideración estas recomendaciones, se puede sugerir el uso energético de la poda, en nuestro caso como fuente de calor para el proceso de destilación.

Para determinar si debemos permitir la recogida de los restos de poda del suelo, vamos a realizar una evaluación de este, considerando los siguientes indicadores:

- a) **Contenido en materia orgánica del suelo (MO)**. De manera general, se considera suelo pobre a aquel con un contenido inferior al 1,5%, moderadamente suministrados los suelos en el rango de 1,5-2,5% de MO y bien suministrados los suelos con un valor de MO superior a 2,5%.
- b) **Textura del suelo**. Se correlaciona con la capacidad de retención de agua, la permeabilidad y la conductividad, la aireación, la compactación y la trabajabilidad mecánica. Los suelos con mayor proporción de arena son más propensos a la mineralización de la MO, mientras que los suelos de textura muy pesada, ricos en arcilla, pueden ser muy duros, difíciles de cultivar y propensos a la saturación de agua. Los suelos margosos son los que proporcionan unas mejores condiciones. Los suelos calcáreos generalmente tienen un pH básico (7,4-7,9) y un valor de MO más bajo. Cuando el pH es más bajo (6.1-6,5), la cantidad de MO es generalmente más alta.
- c) **Pendiente del suelo**. Si el suelo tiene una pendiente inferior al 5%, este puede considerarse plano, si está entre el 5-20% la pendiente del suelo es significativa y si está por encima del 20%, la pendiente es fuerte. A mayor pendiente, mayor erosión y menor infiltración.
- d) **Condiciones climáticas (Índice de aridez anual de De Martonne)**. La fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$\text{Índice de aridez anual} = P / (T + 10)$$

Donde:

P es la precipitación media anual (en mm)

T es la temperatura promedio anual (medida en °C)

Este índice de aridez se correlaciona con la tasa de mineralización de MO, debido a que las temperaturas elevadas y la baja disponibilidad de agua promueven la descomposición de la MO, por lo que requieren mayores insumos de MO anuales.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Teniendo en cuenta los valores de precipitación media anual y temperatura media anual para la finca de La Rasa (definida anteriormente en el Anejo III: Condicionantes), de **486 mm** y **11,5°C**, respectivamente, realizamos el cálculo:

$$\text{Índice de aridez anual} = \frac{486}{11,5 + 10} = 22,60$$

De esta manera se determina que el Índice de Aridez Anual de De Martonne es de 22,60 para el lugar en el que se va a desarrollar el proyecto.

En la siguiente tabla quedan reflejados los indicadores de la calidad del suelo, así como las calificaciones que van a obtener en función de distintos parámetros establecidos.

Tabla 2: Indicadores de calidad del suelo considerados

| CALIFICACIÓN | MO (%)    | TEXTURA (%)                                    | PENDIENTE (%) | CONDICIÓN CLIMÁTICA* |
|--------------|-----------|------------------------------------------------|---------------|----------------------|
| 3            | > 3.0     | ARCILLA 10-30;<br>y LIMO < 50;<br>y SAND < 50  | < 5           | > 30                 |
| 2            | 1.5 - 3.0 | ARCILLA 10-30;<br>y LIMO > 50;<br>o ARENA > 50 | 5 - 20        | 20 - 30              |
| 1            | < 1.5     | ARCILLA < 10<br>o<br>ARCILLA > 30              | > 20          | < 20                 |

\*Índice anual de aridez de De Martonne

Fuente: Gestión de restos de poda de poda de poda en una plantación frutal en una plantación frutal:  
Extracto de la monografía completa en inglés (\*). (s. f.).

En nuestro caso, tal y como lo recoge el Anejo III: Condicionantes, los valores de los diferentes indicadores, así como su calificación, quedan reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 3: Valores y calificaciones de los indicadores para la determinación del uso de los restos de poda

| INDICADOR           | VALOR                                               | CALIFICACIÓN |
|---------------------|-----------------------------------------------------|--------------|
| MO                  | 1,78 %                                              | 2            |
| TEXTURA             | Arcilla: 16,92 %<br>Limo: 27,06 %<br>Arena: 56,02 % | 2            |
| PENDIENTE           | 0,5062 %                                            | 3            |
| CONDICIÓN CLIMÁTICA | 22,60                                               | 2            |

Fuente: Elaboración propia

## ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROCESO

La puntuación final se obtiene como media de las cuatro calificaciones obtenidas para cada indicador de calidad. Si hallamos la media de las calificaciones finales, obtenemos una **puntuación final de 2,25**.

En función a la puntuación promedio obtenida, vamos a adoptar distintas estrategias de manejo de los restos de poda, descritas en la siguiente tabla.

Tabla 4: Estrategias de manejo en función de puntuación promedio

| PUNTUACIÓN MEDIA                                                                                            | ESTRATEGIAS DE MANEJO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Puntuación > 2.5       | <b>"Luz Verde"</b><br>Las condiciones del suelo son buenas o incluso óptimas.<br>⇒ Posibilidad total de recoger la poda del suelo.<br>⇒ No se necesitan ajustes específicos.<br>⇒ Se deben aplicar opciones de mantenimiento de la calidad del suelo.                                                                                      |
| <br>Puntuación ≤ 2.5 > 1.5 | <b>"Luz Amarilla"</b><br>Condiciones del suelo no óptimas, pero buenas; seguramente no crítico.<br>⇒ La poda puede ser recogida del suelo.<br>⇒ Se solicitan estrategias específicas de manejo del suelo.<br>⇒ Se debe aplicar una combinación de (al menos) tres opciones de "aumento de calidad" y otras dos "mantenimiento de calidad". |
| <br>Puntuación ≤ 1.5      | <b>"Luz Roja"</b><br>Las condiciones del suelo son malas o muy malas.<br>⇒ No hay posibilidades de recoger la poda del suelo<br>⇒ Se necesita un fuerte reajuste de las prácticas de manejo del suelo.<br>⇒ Se debe aplicar un conjunto de opciones de "aumento de la calidad".                                                            |

Fuente: Gestión de restos de poda de poda de poda en una plantación frutal en una plantación frutal: Extracto de la monografía completa en inglés (\*). (s. f.).

Según la tabla anterior, con una puntuación de 2,25 nos encontramos en el tramo de "luz amarilla", en el cual las condiciones del suelo son buenas, aunque no óptimas. Así, se permite la recogida de los restos de poda del suelo, si bien se recomienda la implementación de otras estrategias de aumento y mantenimiento de la calidad del suelo.

### 3. PROCESO PRODUCTIVO

El proceso de producción de bioetanol consta de una serie de etapas, que comprenderían el lavado, corte y reducción de tamaño de la materia prima, pretratamiento mediante explosión a vapor catalizada, SFS (Sacarificación y Fermentación Simultáneas), destilación, y por último deshidratación.

Cada una de estas etapas son detalladas a continuación, así como las características técnicas de las máquinas empleadas.

### 3.1. LAVADO, CORTE Y REDUCCIÓN DE TAMAÑO

El lavado de las manzanas se lleva a cabo con el fin de eliminar suciedad, pesticidas, residuos químicos y otros contaminantes de la superficie de las manzanas.

Durante este proceso, las manzanas pasan por una cinta transportadora mientras son rociadas con agua a alta presión para asegurar una limpieza completa. La máquina empleada para este proceso se denomina lavadora de frutas y su objetivo principal es eliminar los posibles contaminantes que puedan albergar las manzanas para asegurar una buena calidad final del bioetanol.

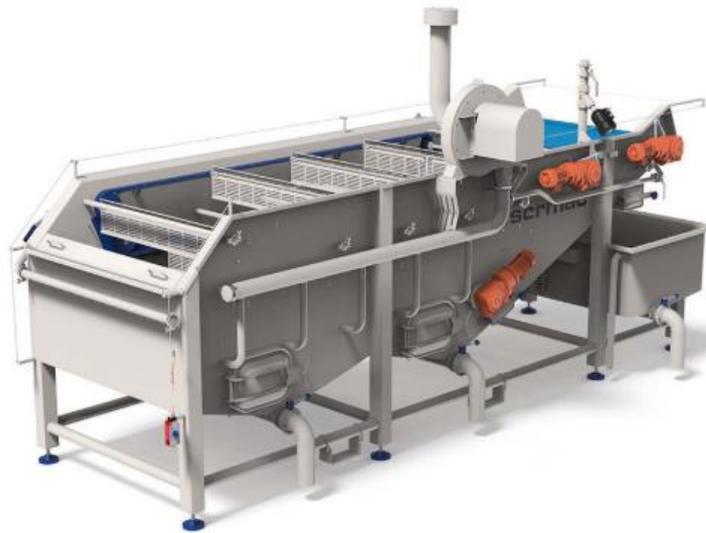


Figura 3: Lavadora de fruta

Fuente: [www.sormac.eu](http://www.sormac.eu)

La lavadora de frutos se ha seleccionado en función a la cantidad de material que se estima que va a procesar por unidad de tiempo, y tiene las siguientes especificaciones de carácter técnico:

Tabla 5: Características técnicas de la lavadora de fruta

|                           |                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Modelo</b>             | Lavadora de Frutas FW                                         |
| <b>Potencia</b>           | 5,74 kW                                                       |
| <b>Material</b>           | Acero inoxidable                                              |
| <b>Sistema de rociado</b> | Agua a alta presión                                           |
| <b>Control automático</b> | Sensores de ajuste de presión de agua y velocidad de la cinta |
| <b>Dimensiones</b>        | 5.015 x 2.225 x 2.720 mm                                      |

Fuente: Elaboración propia

## ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROCESO

Después del lavado inicial, se llevará a cabo el corte y la reducción de tamaño de las manzanas. El objetivo principal de este proceso será aumentar la superficie de contacto de la biomasa, lo cual va a mejorar la eficiencia del pretratamiento y en última instancia la conversión en bioetanol de los azúcares fermentables.

Este proceso se llevará a cabo mediante el uso de una cortadora de frutas, que reducirá las manzanas a trozos más pequeños.



Figura 4: Cortadora y trituradora industrial

Fuente: [www.maquinasfebal.es](http://www.maquinasfebal.es)

Esta máquina presenta las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 6: Características técnicas cortadora y trituradora industrial

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| <b>Marca</b>                      | TALSA                  |
| <b>Modelo</b>                     | W130                   |
| <b>Capacidad de procesamiento</b> | 30 toneladas/día       |
| <b>Potencia</b>                   | 5,5 kW                 |
| <b>Tamaño de boca</b>             | 130 mm                 |
| <b>Dimensión total</b>            | 640 x 1.050 x 1.250 mm |
| <b>Peso neto</b>                  | 230 kg                 |

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. EXPLOSIÓN A VAPOR CATALIZADA

El proceso de explosión a vapor catalizada es empleado para descomponer la biomasa lignocelulósica con el fin de facilitar la posterior conversión de los carbohidratos que la componen en azúcares fermentables, y finalmente en bioetanol.

En concreto, en este proyecto este proceso se va a llevar a cabo en un reactor de alta presión.

Una vez la biomasa (manzanas lavadas y trituradas) es introducida en el reactor, se añade el catalizador, ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  en una concentración del 2 % en peso de la biomasa seca. La adición de este catalizador va a provocar una aceleración de la ruptura de los enlaces químicos que componen el material a tratar.

Posteriormente, el reactor se sella herméticamente e inyecta vapor a alta presión, en torno a 40 bar y eleva la temperatura hasta alcanzar unas condiciones de aproximadamente  $200^{\circ}C$  durante un periodo de 5 minutos. Con este tratamiento el vapor penetra en la biomasa causando la hidrólisis parcial de la hemicelulosa y la ruptura de los enlaces entre celulosa y lignina.

Después se libera súbitamente la presión del reactor, lo que genera una explosión de vapor que ayuda aún más a desintegrar la biomasa y separar los componentes fibrosos de la misma.

Finalmente, la mezcla ya tratada con una estructura más accesible es enfriada rápidamente y recolectada para las etapas posteriores.



Figura 5: Reactor de explosión a vapor

Fuente: [www.machinio.es](http://www.machinio.es)

## ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROCESO

El reactor seleccionado para este proceso es el que observamos en la Figura 5, y presenta las siguientes características técnicas:

Tabla 7: Características técnicas reactor de explosión a vapor

|                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| <b>Fabricante</b>                   | JCT reactores  |
| <b>Modelo</b>                       | FYF-800L       |
| <b>Potencia</b>                     | 45 kW          |
| <b>Dimensiones</b>                  | Ø900 x 1300 mm |
| <b>Peso</b>                         | 300 kg         |
| <b>Capacidad</b>                    | 800 L          |
| <b>Temperatura de calentamiento</b> | 380°C          |

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. SFS (SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN SIMULTÁNEAS)

La SFS (Sacarificación y Fermentación Simultáneas) es un proceso gracias al cual se produce la conversión enzimática de celulosa a azúcares fermentables y la fermentación de esos azúcares en bioetanol en el mismo reactor.

En primer lugar, es necesario preparar el inóculo de levadura y las enzimas requeridas en el proceso. La levadura empleada será *Saccharomyces cerevisiae* y se introducirán 0,5 kg de levadura seca activa por cada 1000 litros de mosto. Por otro lado, se emplearán 0,5 kg de celulasas y 0,2 kg de hemicelulasas por cada 1000 litros de mosto.

Una vez introducida la biomasa pretratada en el reactor se añaden las cantidades establecidas de levadura y enzimas. El reactor llevará después la mezcla a una temperatura óptima para la fermentación de en torno a los 35°C y se ajustará el pH para mantenerlo en un rango óptimo entre 4,8 y 5,5. Si el pH es más ácido de 4,8 se agregará una base como NaOH para elevar el pH, mientras que si es básico, por encima de 5,5 se agregará un ácido ( $H_2SO_4$ ) con el objetivo de disminuir el pH.

Alcanzadas las condiciones anteriormente mencionadas, las enzimas comenzarán a hidrolizar celulosa y hemicelulosa en azúcares fermentables y la levadura fermentará estos azúcares en etanol y  $CO_2$ .

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

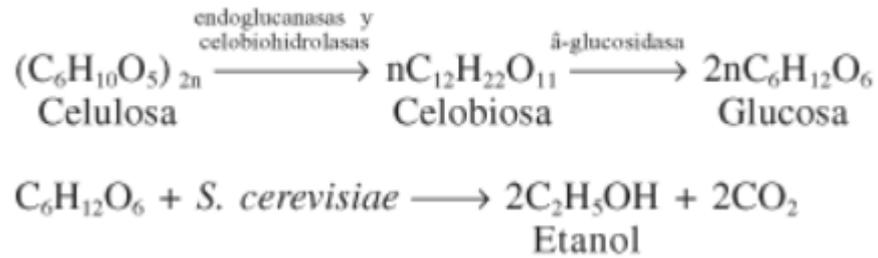


Figura 6: Reacciones químicas de hidrólisis y fermentación

Fuente: ve.scielo.org

La reacción estará monitoreada con sensores de pH y temperatura que proporcionan datos en tiempo real, lo que va a permitir la intervención en caso de que las condiciones de operación se desvíen de lo establecido. El reactor también cuenta con un agitador con control de velocidad variable, para evitar la deposición de los sedimentos en el fondo y favorecer una reacción en mejores condiciones.



Figura 7: Biorreactor de SFS

Fuente: spanish.alibaba.com

## ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROCESO

Las características técnicas del reactor para la Sacarificación y Fermentación simultáneas son las siguientes:

Tabla 8: Características técnicas biorreactor SFS

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| <b>Modelo</b>                 | Reactor de SFS F-300 |
| <b>Dimensiones</b>            | Ø3500 x 6000 mm      |
| <b>Peso</b>                   | 5000 kg              |
| <b>Material</b>               | Acero inoxidable     |
| <b>Potencia agitador</b>      | 15 kW                |
| <b>Sistema de calefacción</b> | Integrado            |
| <b>pH y temperatura</b>       | Sensores integrados  |

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. DESTILACIÓN

La destilación del etanol producido en procesos anteriores consiste en la separación de este compuesto del resto de sustancias presentes en el mosto fermentado con el objetivo de obtener un producto de alta pureza. Esta etapa se va a llevar a cabo en una columna de destilación continua, cuyo proceso va a ser descrito a continuación.

En primer lugar, se produce la alimentación del mosto fermentado a la columna de destilación. Este contiene agua, etanol, y otros componentes tales como residuos de biomasa o azúcares no fermentados.

Antes de llegar a la columna de destilación, el mosto fermentado de la SFS es precalentado usando intercambiadores de calor, lo cual reduce la cantidad de energía necesaria para este proceso.

Una vez la mezcla precalentada se alberga en el interior de la columna de destilación, se va a llevar a cabo la separación del etanol y la vinaza, el residuo que se obtiene de este proceso.

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

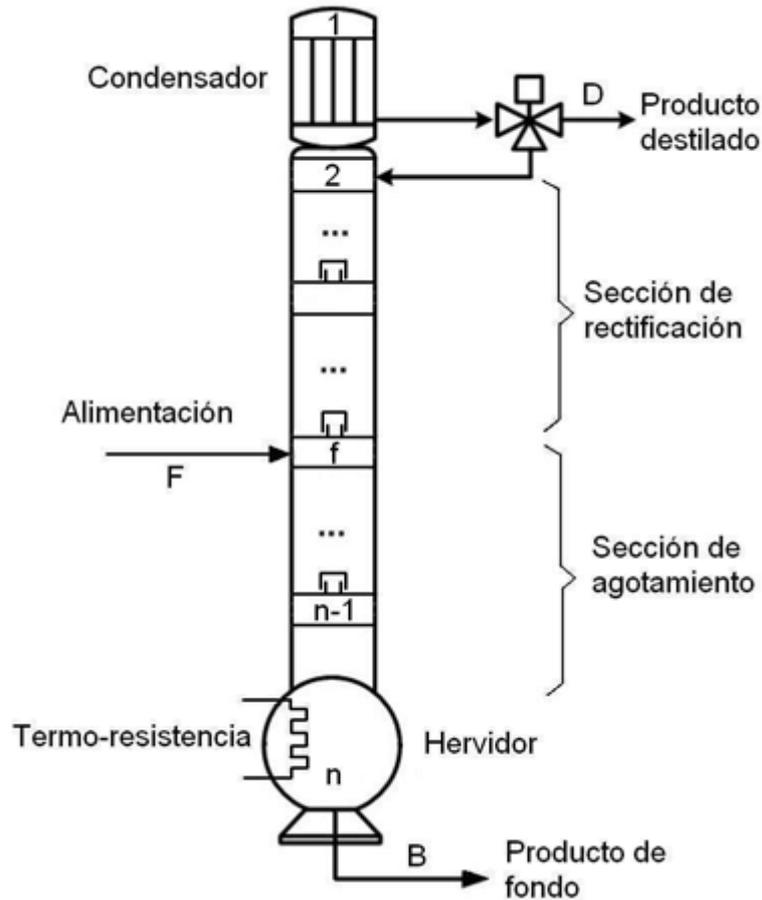


Figura 8: Diagrama de una columna de destilación

Fuente: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

En el hervidor, gracias a la termo-resistencia, se eleva la temperatura de la mezcla hasta 90°C, superando el punto de ebullición del bioetanol, pero sin alcanzar el del agua.

El vapor asciende por la columna de destilación, compuesta por una serie de etapas de contacto entre la fase de vapor y la fase líquida. El intercambio de masa y energía que se produce en cada una de las etapas enriquece la concentración de bioetanol en el vapor ascendente y purifica el líquido descendente.

Después el vapor alcanza la parte superior de la columna, llegando al condensador, donde se enfría y convierte en líquido, a una temperatura de entre 20 y 40°C. Este líquido se recoge como el destilado principal, que contiene un alto porcentaje de etanol, entre un 92-95 %.

Por otro lado, parte del destilado vuelve a la columna como reflujo, proporcionando el líquido necesario para que el equilibrio de vapor y líquido se mantenga, mejorando la pureza del etanol recuperado.

## ANEJO VII: INGENIERÍA DEL PROCESO

El líquido que desciende hasta el fondo de la columna es conocido como vinaza, y este se extrae continuamente de la columna de destilación. Su composición es principalmente agua, junto con sólidos no volátiles y una baja concentración de etanol.

La columna de destilación seleccionada para el presente proyecto es la siguiente y presenta las características técnicas descritas en la tabla 9.



Figura 9: Columna de destilación

Fuente: [www.caldereriateruel.com](http://www.caldereriateruel.com)

Tabla 9: Características técnicas de la columna de destilación

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| <b>Modelo</b>             | Columna de destilación 1.4404 |
| <b>Dimensiones</b>        | Ø 273 x 2000 mm               |
| <b>Capacidad</b>          | 316 L                         |
| <b>Material</b>           | Acero inoxidable              |
| <b>Potencia</b>           | 5,5 kW                        |
| <b>Temperatura máxima</b> | 200°C                         |

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. DESHIDRATACIÓN

Tal y como se ha descrito anteriormente, la última etapa del proceso de obtención de bioetanol es la deshidratación. El principal objetivo que se persigue con esta fase es

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

eliminar el agua residual para obtener etanol anhidro con una pureza del 99,5% o superior, para hacer su uso posible en motores de combustión.

En la actualidad, la deshidratación del bioetanol en la industria se lleva a cabo generalmente mediante destilación azeotrópica o por adsorción sobre tamices moleculares. Para el presente proyecto, el método empleado será la destilación azeotrópica ya que es el método más efectivo para alcanzar la pureza deseada, por encima de otros métodos como podrían ser la destilación extractiva o el uso de tamices moleculares.

La destilación azeotrópica consiste en añadir un solvente a la mezcla resultante de la destilación convencional con un punto de ebullición intermedio, lo cual va a provocar una alteración de la volatilidad relativa de cada uno de los componentes. La mezcla de los 3 componentes (etanol, agua y el azeótropo) da lugar a un azeótropo ternario, al tiempo que se generan dos fases líquidas que van a permitir la separación del etanol y del agua. El ciclohexano será el azeótropo empleado, ya que ha demostrado tener los mejores rendimientos desde el punto de vista energético.

La cantidad aproximada de ciclohexano que se adicionará a la mezcla etanol-agua será de 150 g/ kg de mezcla. Esta cantidad deberá ser ajustada posteriormente mediante pruebas de operación, que garantizarán la eficiencia del proceso, minimizando la pérdida de ciclohexano (reciclado por el sistema).

De forma esquemática, el funcionamiento de la destilación azeotrópica sería el siguiente:

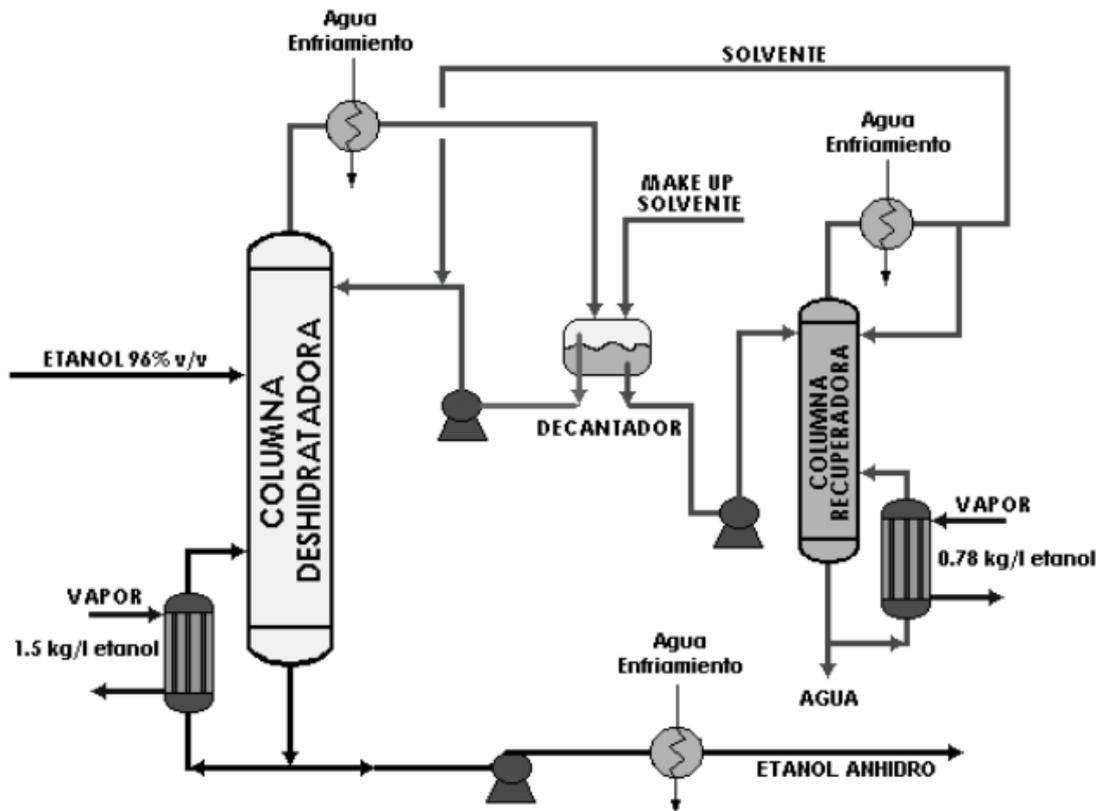


Figura 10: Destilación azeotrópica

Fuente: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

El etanol con la pureza conseguida en la columna de destilación de la etapa anterior es introducido en la columna deshidratadora, junto con el azeótropo correspondiente. Esto permite obtener un azeótropo homogéneo que arrastra el agua y que se condensa para posteriormente llevarlo a un decantador. Es ahí donde se produce la separación de fases y se hace la reposición del agente de separación. La fase liviana constituye la mayor parte de la corriente de reflujo de la columna, mientras que la fase pesada se envía como corriente de destilado a una columna recuperadora de ciclohexano. Como producto de fondo, se obtiene etanol anhidro, con la pureza deseada para su potencial aplicación en motores de combustión interna.

El equipamiento seleccionado para llevar a cabo esta etapa, es el siguiente:

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL



Figura 11: Equipo de destilación azeotrópica

Fuente: [directindustry.es](http://directindustry.es)

Este equipo presenta las siguientes características técnicas:

Tabla 10: Especificaciones técnicas del equipo de destilación azeotrópica

|                    |                                            |
|--------------------|--------------------------------------------|
| <b>Modelo</b>      | <b>Wenzhou Jinbang Light Ind Machinery</b> |
| <b>Dimensiones</b> | 5000 x 2000 mm                             |
| <b>Capacidad</b>   | 0,1 – 8 m <sup>3</sup>                     |
| <b>Material</b>    | Acero inoxidable                           |
| <b>Potencia</b>    | 4,8 kW                                     |

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. CALDERA DE BIOMASA

El principal propósito de la caldera de biomasa que se va a instalar en el presente proyecto es el aprovechamiento energético de los restos de poda, que tal y como se ha concluido en el apartado de este Anejo “2.2.1. Pautas para la recogida de restos de poda”, es viable su retirada de la plantación al contar la misma con unas condiciones favorables.

La combustión de la biomasa, que se estima sean unos 250.000 kg/año de este residuo, pretende generar la energía térmica necesaria para abastecer los procesos de producción tales como la destilación, la deshidratación o incluso la fermentación, que necesita cierta temperatura para mantener una eficiencia óptima.

En nuestro caso, la caldera de biomasa seleccionada cuenta con un sistema de control digital que permite ajustar la cantidad de biomasa que se quema en función de la demanda energética. Con ello se garantiza que la cantidad de energía suministrada se ajuste a la demandada, consiguiendo una mayor eficiencia en el aprovechamiento del calor generado.



Figura 12: Caldera de biomasa

Fuente: binder-gmbh.at

Las características técnicas de la caldera de biomasa seleccionada son las siguientes:

Tabla 11: Características técnicas de la caldera de biomasa

|                            |                                         |
|----------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Modelo</b>              | Binder RRK 500 kW                       |
| <b>Dimensiones</b>         | 3500x1700x2400 mm                       |
| <b>Capacidad térmica</b>   | 500 kW                                  |
| <b>Tipo de combustible</b> | Biomasa (restos de poda, astillas, etc) |
| <b>Peso</b>                | 5500 kg                                 |

Fuente: Elaboración propia

## **4. ALMACENAJE**

Van a ser necesarios tres espacios de almacenamiento diferenciados. En uno de ellos, se almacenará el bioetanol producido, en otro se almacenarán los restos de poda para su combustión posterior, y en el último de ellos se almacenarán las manzanas procedentes del aclareo de la plantación.

### **4.1. ALMACENAJE DEL BIOETANOL**

El almacenaje del bioetanol es necesario por varios motivos, expuestos a continuación:

- En primer lugar, para la regulación del desajuste entre la producción y el consumo de este biocombustible. De este modo, la planta puede seguir operando mientras la demanda sea baja o nula, y aportando bioetanol almacenado cuando no haya producción. Es un aspecto fundamental para este proyecto, debido a la estacionalidad de los recursos empleados.
- Por otro lado, almacenar bioetanol en unas condiciones controladas y aislado de agentes exteriores va a permitir el seguimiento de la calidad y pureza del mismo, evitando pérdidas y contaminación.
- Además, va a facilitar la logística y distribución del producto, permitiendo una mejor planificación y gestión del inventario.
- Financieramente va a permitir la optimización de los precios, dando la posibilidad de esperar a condiciones del mercado más favorables a la hora de vender.

Por todo lo anteriormente expuesto, y teniendo en consideración la producción anual estimada de bioetanol de 86 toneladas, se ha procedido a la selección del siguiente tanque de almacenamiento:



Figura 13: Tanque de almacenamiento de bioetanol

Fuente: fontecsazul.com

En la siguiente tabla quedan definidas las características técnicas del tanque de almacenamiento de bioetanol.

Tabla 12: Características del tanque de almacenamiento

|                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| <b>Modelo</b>      | DEPÓSITO HORIZONTAL Aéreo 40.000L |
| <b>Dimensiones</b> | 6300x3000x3200 mm                 |
| <b>Capacidad</b>   | 40.000 litros                     |
| <b>Material</b>    | Poliéster reforzado con vidrio    |
| <b>Garantía</b>    | 5 años                            |

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. ALMACENAJE DE LOS RESTOS DE PODA

El almacenaje de los restos de poda de la plantación es esencial, principalmente porque el momento en el cual se genera este residuo no coincide con el momento en el cual se va a producir bioetanol.

Por ello, es importante contar con un método de almacenamiento adecuado, que evite la degradación del residuo y su consiguiente pérdida de valor como combustible. Es fundamental evitar el contacto con el agua, ya que este va a ser el principal agente que va a perjudicar la calidad de la biomasa para su quema posterior.

Una solución sencilla y económica a este problema es cubrir el conjunto de la biomasa recogida con una lona plástica, que reducirá considerablemente el contenido en humedad del material.

Así, la solución propuesta es acumular la biomasa en la parcela, junto a la nave, y cubrirla con la lona plástica anteriormente mencionada.



Figura 14: Lona para cubrir restos de poda

Fuente: planas.pro

## 4.3. ALMACENAJE DE LAS MANZANAS PROCEDENTES DEL ACLAREO

Al igual que sucede con los restos de poda, todo el residuo procedente del aclareo va a requerir de un espacio de almacenamiento para almacenarlo hasta que sea transformado.

Con el fin de evitar contaminaciones y pérdidas de calidad del residuo, se ha reservado un espacio en el interior de la nave separado por tabiques para el almacenamiento de las manzanas procedentes del aclareo, tal y como se define en el Documento N°2: Planos.



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|         |                                                                           |    |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | INTRODUCCIÓN .....                                                        | 2  |
| 2.      | DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....                                            | 2  |
| 2.1.    | CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE.....                                           | 3  |
| 2.1.1.  | CUBIERTA.....                                                             | 3  |
| 2.1.2.  | CERRAMIENTO.....                                                          | 3  |
| 2.1.3.  | ESTRUCTURA.....                                                           | 3  |
| 2.1.4.  | TABIQUES.....                                                             | 4  |
| 2.1.5.  | PÓRTICOS.....                                                             | 4  |
| 2.1.6.  | CORREAS DE ATADO .....                                                    | 4  |
| 2.1.7.  | CIMENTACIÓN .....                                                         | 4  |
| 2.1.8.  | SOLERA .....                                                              | 5  |
| 2.1.9.  | OFICINA.....                                                              | 5  |
| 2.1.10. | PUERTAS .....                                                             | 6  |
| 3.      | ELECTRICIDAD.....                                                         | 6  |
| 3.1.    | ÁREA DE PRODUCCIÓN .....                                                  | 7  |
| 3.1.1.  | LUMINARIAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN .....                                   | 7  |
| 3.1.2.  | CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS .....                             | 9  |
| 3.1.3.  | ELECTRICIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN .....                                 | 13 |
| 3.2.    | ALMACÉN .....                                                             | 16 |
| 3.2.1.  | LUMINARIAS DEL ALMACÉN .....                                              | 16 |
| 3.2.2.  | CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DEL ALMACÉN .....                 | 18 |
| 3.3.    | OFICINA .....                                                             | 22 |
| 3.3.1.  | ILUMINACIÓN DE LA OFICINA.....                                            | 22 |
| 3.3.2.  | CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DE LA OFICINA.....                | 24 |
| 3.3.3.  | ILUMINACIÓN DEL SERVICIO Y EL VESTUARIO.....                              | 27 |
| 3.3.4.  | CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DEL SERVICIO Y EL VESTUARIO ..... | 28 |
| 4.      | PROGRAMACIÓN .....                                                        | 32 |
| 4.1.    | DIAGRAMA DE GANTT.....                                                    | 32 |
| 5.      | CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS .....                                          | 33 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se desarrollará el cálculo de la nave donde se llevará a cabo el proceso de producción de bioetanol, así como su almacenaje.

El cálculo de las estructuras se ha llevado a cabo con el programa "CYPE". Este calcula la estructura de las edificaciones, teniendo en cuenta las cargas que va a tener.

En primer lugar, se introducen las medidas de la nave formando así la estructura, y el programa devuelve los materiales necesarios para que la estructura cumpla con el Código Técnico de la Edificación, CTE.

Una vez creada la estructura, hemos de elegir las cargas que tendrá que soportar, que serán:

- Peso propio de la estructura: estructura de acero.
- Nieve: la estructura se sitúa a una altura de 895 metros sobre el nivel del mar.
- Vientos: se considera una carga horizontal.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Los datos de partida son los siguientes:

- **Localización de la nave:** Calle La Ureba 6, Polígono industrial de La Güera, término municipal de El Burgo de Osma.
- **Longitud de la nave:** 40 m
- **Luz de la nave:** 20 m
- **Altura de los pilares:** 6 m
- **Separación entre pilares:** 5 m
- **Separación entre correas en cubierta:** 1,2 m
- **Separación entre correas en laterales:** 1 m

En total, habrá 9 pórticos con cubierta a dos aguas con una pendiente del 10%.

Tanto los pórticos hastiales (fachadas), como los pórticos centrales, estarán formados por dos pilares de 6 m, con una separación entre ambos de 10 m. La altura máxima será de 7 m.

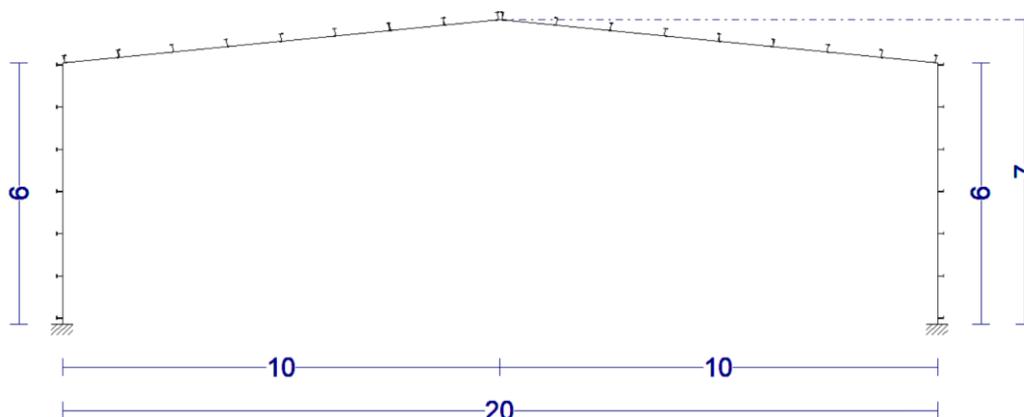


Figura 1: Pórtico. Estructura general.

Fuente: Elaboración propia (CYPE)

## 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE

En este apartado se describen los diferentes elementos que componen la nave.

### 2.1.1. CUBIERTA

La cubierta de la nave estará formada por paneles tipo sándwich, formados por dos láminas de acero galvanizado y lacado con un relleno intermedio de espuma de poliuretano, de 30 mm de espesor. Estos se colocarán encima de las correas de la cubierta, definidas en el listado posterior.

### 2.1.2. CERRAMIENTO

Panel prefabricado de hormigón armado de 20 cm de espesor y unas dimensiones de 3x8 m. Para cada fachada lateral serán necesarios 10 paneles, mientras que para las fachadas delantera y trasera se fabricarán a medida según el Documento N°2: Planos.

### 2.1.3. ESTRUCTURA

La nave tendrá 9 pórticos, separados 5 metros entre sí. Los pórticos de los hastiales (caras exteriores) tendrán diferentes características que los interiores, debido a la diferencia de cargas que van a soportar.

La estructura de la nave se puede ver en la siguiente Figura.

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

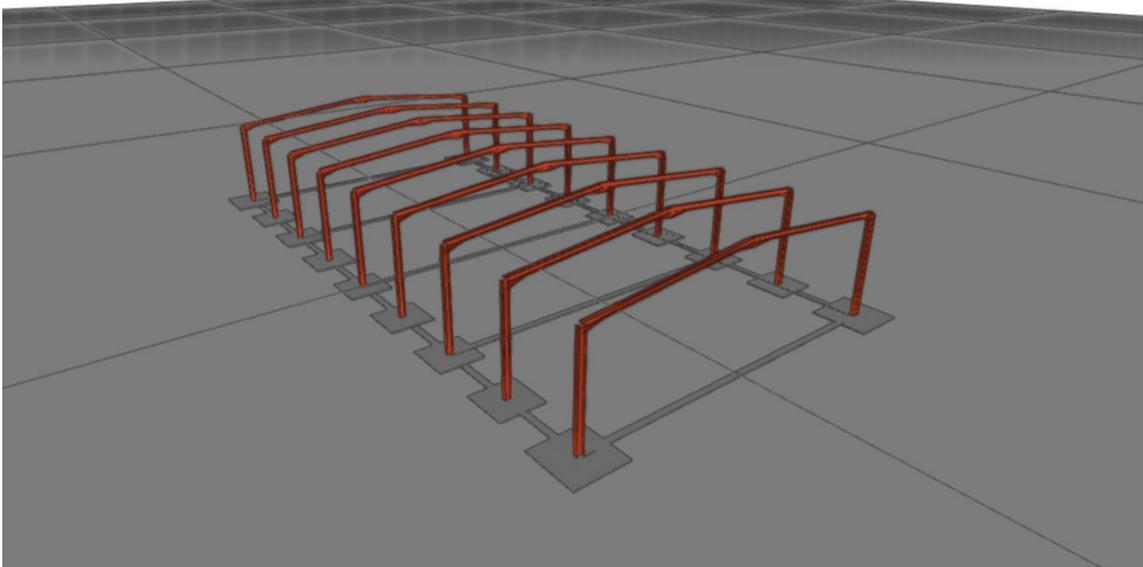


Figura 2: Estructura de la nave

Fuente: Elaboración propia (CYPE)

## 2.1.4. TABIQUES

Los tabiques interiores del área de la oficina estarán formados por rasillones de 50x20x7 cm, recibido con mortero de cemento y lucido con yeso grueso de 12 mm de espesor y yeso fino de 1 mm de espesor. Sobre esto, se alicatarán los servicios con azulejos blancos de 25x25 cm.

## 2.1.5. PÓRTICOS

Los pórticos hastiales constarán de dos pilares de acero HE 340 B, de 6 metros de altura y de dos vigas de acero HE 240 B de 10,05 metros.

Por otro lado, los pórticos interiores estarán formados por dos pilares de 6 metros de acero HE 300 B y dos vigas de 10,05 metros de acero HE 280 B.

## 2.1.6. CORREAS DE ATADO

Las correas de atado de la cubierta tendrán una separación de 1,2 metros entre sí, y serán de acero IPE 180, mientras que las correas laterales tendrán una separación de 1 metro y serán de acero IPE 140.

## 2.1.7. CIMENTACIÓN

La cimentación se hará mediante zapatas aisladas con riostra de atado, con una zapata debajo de cada pilar. En total, la nave cuenta con 18 zapatas, de diferentes dimensiones. El hormigón empleado en toda la cimentación será HA-25, y todo el acero del B 500 S.

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

- Las zapatas de los hastiales, denominadas Z1, tendrán unas dimensiones de 310x310x95 centímetros. Cada Z1 contará con un armado de barras de acero corrugado en forma de U de 16 milímetros de diámetro, separadas entre sí 20 centímetros.
- Las zapatas interiores, denominadas Z2, tendrán unas dimensiones de 260x260x95 centímetros. Cada Z2 contará con un armado de barras de acero corrugado en forma de U de 16 milímetros de diámetro, separadas entre sí 20 centímetros.

La riostra de atado de todas las zapatas de la nave medirá 40x40 centímetros, armada con barras de acero corrugado de 16 milímetros de diámetro.

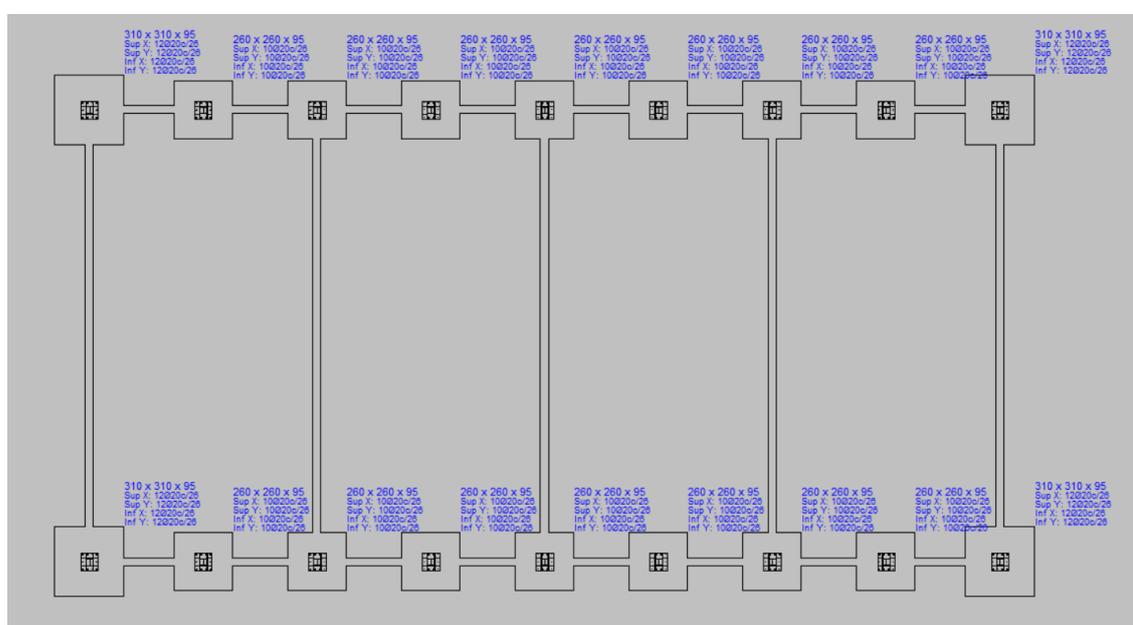


Figura 3: Plano de cimentación

Fuente: Elaboración propia (CYPE)

### 2.1.8. SOLERA

La solera estará formada por una losa de hormigón HA 25, armado con mallazo de 6 milímetros de diámetro cada 20 centímetros. Además, habrá una losa de hormigón para la colocación de la caldera de biomasa.

### 2.1.9. OFICINA

La nave contará con una oficina de 10x10 metros, situada en el interior de la nave, con un servicio y un vestuario en su interior de 2x5 metros. El servicio contará con una ducha, un váter y un lavabo, mientras que el vestuario contará con taquillas y bancos para el uso de los empleados.

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## 2.1.10. PUERTAS

La nave contará con dos puertas basculantes automáticas de 4,5x4,5 metros, con una separación entre ambas de 2,12 metros, tal y como se detalla en el Documento N°2: Planos.



Figura 4: Puertas basculantes

Fuente: lomen.com

## 3. ELECTRICIDAD

En el cálculo de la instalación eléctrica se ha empleado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el Real decreto 842/2002 del 2 de agosto. También se han utilizado las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BC) de las instalaciones eléctricas de baja tensión.

La superficie de la nave se va a distribuir en tres zonas diferenciadas. Por un lado, tendremos el área de producción, donde se van a llevar a cabo las labores de transformación de las manzanas procedentes del aclareo en bioetanol. Por otro lado, estará el almacén de las manzanas. Por último, distinguiremos la zona de la oficina, que contará además con un servicio y un vestuario.

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

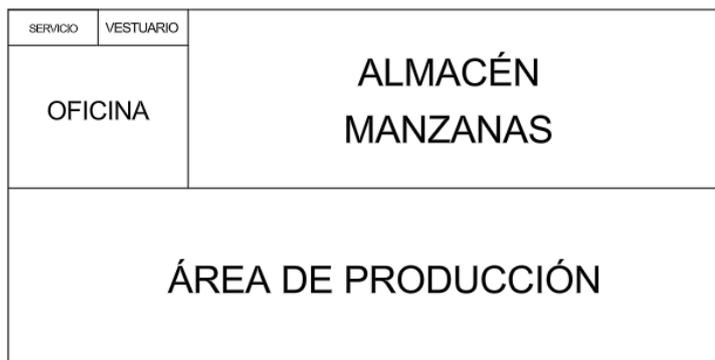


Figura 5: Croquis de las áreas de la nave

Fuente: Elaboración propia (AutoCAD)

Puesto que cada área requiere unos niveles de iluminación y una instalación eléctrica diferente, se va a proceder al cálculo por separado de cada una de ellas en los siguientes apartados.

### 3.1. ÁREA DE PRODUCCIÓN

En el área de producción se instalará la maquinaria requerida en el proceso de producción de bioetanol, descritas anteriormente en el Anejo VII: Ingeniería del Proceso. Será necesario el cálculo del número de luminarias, la sección de los cables de las mismas y la instalación eléctrica para las máquinas. Siguiendo esta estructura:

#### 3.1.1. LUMINARIAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

La luminosidad recomendada para una nave industrial se encuentra en torno a los 300 lux, por lo que se van a realizar los cálculos de las instalaciones para que alcancen dicho valor.

Se ha tenido en cuenta que la superficie del área de producción son 400 m<sup>2</sup> y que la altura de la nave son 7 metros. Los colores interiores son:

- Techo: claro (0,5)
- Pared: medio (0,5)
- Suelo: medio (0,3)
- Nivel de mantenimiento de lámparas y focal: bajo (0,6)

Los siguientes cálculos se han realizado a partir de los datos anteriores:

- *ALTURA DE LAS LUMINARIAS:*

Para el cálculo de la altura de las luminarias se han aplicado las siguientes fórmulas:

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

$$h' = h_{nave} - h_{plano\ de\ trabajo} = 7 - 1,2 = 5,8\ metros$$

$$h = \frac{3}{4} \cdot h' = \frac{3}{4} \cdot 5,8 = 4,35\ metros$$

De esta manera, las luminarias se van a ubicar a una altura de 4,35 metros. La altura del plano de trabajo se ha supuesto de 1,2 metros, siendo una estimación de la altura a la que se van a desarrollar las distintas labores.

### - ÍNDICE DEL LOCAL (K):

El índice del local (K) se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Donde:

“a” y “b” son las medidas de la nave

“h” es la altura de las luminarias

$$K = \frac{20 \cdot 40}{4,35 \cdot (20 + 40)} = 3,0651$$

### - FLUJO LUMINOSO (Ft):

La fórmula para el cálculo del flujo luminoso es la siguiente:

$$Ft = \frac{E_m \cdot S}{N_l \cdot N_r \cdot f_m}$$

Donde:

“E<sub>m</sub>” es el número de lux necesarios

“S” es la superficie de la nave

“N<sub>l</sub>” es la altura de trabajo

“N<sub>r</sub>” es el rendimiento del local

“F<sub>m</sub>” es el nivel de mantenimiento de las lámparas

Sabiendo que el rendimiento del local es de 0,94 (dato obtenido de tablas de rendimiento), podemos calcular el flujo luminoso:

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

$$F_t = \frac{300 \cdot 400}{4,35 \cdot 0,94 \cdot 0,6} = 48.911,71 \text{ lm}$$

### - NÚMERO DE LUMINARIAS:

Para poder conocer el número de luminarias que van a ser necesarias, hemos de seleccionar el modelo de luminaria que se va a instalar. En este caso, la luminaria seleccionada ha sido:

Tabla 1: Características de las luminarias instaladas

|                          |                                                |
|--------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Modelo</b>            | Luminaria espacial Zafiro de Ornalux Mod. Z58R |
| <b>Potencia</b>          | 58 W                                           |
| <b>Flujo luminoso</b>    | 5.200 lm                                       |
| <b>Diámetro del tubo</b> | 72 mm                                          |

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el número de luminarias necesarias, se va a emplear la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{F_t}{F_l} = \frac{48.911,71}{5.200} = 9,41 = 10 \text{ luminarias}$$

Se ha elegido colocar un total de 10 luminarias, distribuidas en 2 líneas de 5 para el área de producción.

### 3.1.2. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS

En el área de producción se han colocado un total de 10 luminarias de 58 W de potencia. Suponiendo un  $\cos \varphi$  de 0,9 (factor de potencia típico del tipo de luminarias seleccionado), en primer lugar, debemos pasar la potencia a voltamperios, tal y como se observa en la siguiente ecuación:

$$P = 1,8 \cdot (10 \cdot 58) \cdot 0,9 = 939,6 \text{ VA}$$

El valor 1,8 es constante, siendo establecido por normativa. El resto de los valores representan: 10 luminarias, 58 W de potencia de cada luminaria y  $\cos \varphi$  de 0,9.

Conocida la potencia, la tensión (230 V por ser línea monofásica) y  $\cos \varphi$ , se calcula la intensidad siguiendo la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{939,6}{230 \cdot 0,9} = 4,54 \text{ A}$$

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Posteriormente, se ha calculado la intensidad de diseño, teniendo en cuenta el factor de corrección por temperatura, suponiendo una temperatura media de 20°C y un aislamiento de PVC; y el factor de corrección del cable, suponiendo una disposición de estos en una única capa sobre superficie sin perforar.

Tabla 2: Factores de corrección en función de la temperatura ambiente

| Temperatura ambiente<br>°C | Aislamiento |            |                                                   |                                    |
|----------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
|                            | PVC         | XLPE y EPR | Mineral*                                          |                                    |
|                            |             |            | Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C | Cable desnudo e inaccesible 105 °C |
| 10                         | 1,22        | 1,15       | 1,26                                              | 1,14                               |
| 15                         | 1,17        | 1,12       | 1,20                                              | 1,11                               |
| 20                         | 1,12        | 1,08       | 1,14                                              | 1,07                               |
| 25                         | 1,06        | 1,04       | 1,07                                              | 1,04                               |
| 35                         | 0,94        | 0,96       | 0,93                                              | 0,96                               |
| 40                         | 0,87        | 0,91       | 0,85                                              | 0,92                               |
| 45                         | 0,79        | 0,87       | 0,87                                              | 0,88                               |
| 50                         | 0,71        | 0,82       | 0,67                                              | 0,84                               |
| 55                         | 0,61        | 0,76       | 0,57                                              | 0,80                               |
| 60                         | 0,50        | 0,71       | 0,45                                              | 0,75                               |
| 65                         | –           | 0,65       | –                                                 | 0,70                               |
| 70                         | –           | 0,58       | –                                                 | 0,65                               |
| 75                         | –           | 0,50       | –                                                 | 0,60                               |
| 80                         | –           | 0,41       | –                                                 | 0,54                               |
| 85                         | –           | –          | –                                                 | 0,47                               |
| 90                         | –           | –          | –                                                 | 0,40                               |
| 95                         | –           | –          | –                                                 | 0,32                               |

\* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Fuente: UNE 20460–5–523

Tabla 3: Factores de corrección del cable

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

| Punto | Disposición de los cables<br>(En contacto)                        | Número de circuitos o de cables multiconductores |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                                                             |                                  |      | Tablas de los métodos de referencia |
|-------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-------------------------------------|
|       |                                                                   | 1                                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12                                                                                          | 16                               | 20   |                                     |
| 1     | Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados | 1,00                                             | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,45                                                                                        | 0,41                             | 0,38 | 52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F    |
| 2     | Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar           | 1,00                                             | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores | 52 – C1 a 52 – C6 método C       |      |                                     |
| 3     | Capa única fijada bajo techo de madera                            | 0,95                                             | 0,81 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |                                                                                             | 52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F |      |                                     |
| 4     | Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical          | 1,00                                             | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |                                                                                             |                                  |      |                                     |
| 5     | Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.                      | 1,00                                             | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 |                                                                                             |                                  |      |                                     |

NOTA 1 – Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.

NOTA 2 – Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario ningún factor de reducción.

NOTA 3 – Los mismos factores de corrección se aplican:  
 – a los grupos de dos o tres cables unipolares;  
 – a los cables multiconductores.

NOTA 4 – Si un agrupamiento se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores.

NOTA 5 – Si un agrupamiento está formado por  $n$  conductores unipolares cargados, puede ser considerado como  $n/2$  circuitos de dos conductores cargados o como  $n/3$  circuitos de tres conductores cargados.

NOTA 6 – Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas 52 – C1 a 52 – C12, la precisión de los valores tabulados está en un  $\pm 5\%$ .

NOTA 7 – Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no previstos en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas 52 – E4 y 52 – E5.

Fuente: UNE 20460–5–523

El factor de corrección por temperatura sería de 1,12 y el de corrección por cable sería de 1. Aplicando la siguiente fórmula obtenemos:

$$I_d = \frac{I_{real}}{F_{ct} \cdot F_{cc}} = \frac{4,54}{1,12 \cdot 1} = 4,05 \text{ A}$$

Conocida la intensidad de diseño, se procede a la elección del cable, observando la tabla a continuación descrita:

Tabla 4: Intensidades máximas admisibles para cables conductores

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

| Instalación de referencia                                                                               |                                                                                    | Tabla y columna                                 |            |                      |            | Método de instalación | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------|---------|-----------|-------------------------------------------|-------|-------------|--------------------------------------------|---------|----|--------|--|--|--|
|                                                                                                         |                                                                                    | Intensidad admisible para los circuitos simples |            |                      |            |                       | Número de conductores                                | AI                          | PVC3    | PVC2      | XLPE3                                     | XLPE2 |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         |                                                                                    | Aislamiento PVC                                 |            | Aislamiento XLPE-EPR |            |                       |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
| 2                                                                                                       | 3                                                                                  | 2                                               | 3          |                      | 1          | 2                     | 3                                                    | 4                           | 5       | 6         | 7                                         | 8     | 9           | 10                                         | 11      | 12 | 13     |  |  |  |
|                                                                                                         | Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante             | AI                                              | columna 4  | columna 3            | columna 7  | columna 6             |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         | Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante             | A2                                              | columna 3  | columna 2            | columna 6  | columna 5             |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         | Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/mamp.                | B1                                              | columna 6  | columna 5            | columna 10 | columna 8             |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         | Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera/map.                 | B2                                              | columna 5  | columna 4            | columna 8  | columna 7             |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         | Cables unipolares; o multipolares sobre una pared de madera/map.                   | C                                               | columna 8  | columna 6            | columna 11 | columna 9             |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         | Cable multiconductor en conductos enterrados                                       | D                                               | columna 3  | columna 4            | columna 5  | columna 6             |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         | Cable multiconductor al aire libre. Distancia al muro ≥ a 0,3 veces φ del cable    | E                                               | columna 9  | columna 7            | columna 12 | columna 10            |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         | Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro ≥ φ del cable       | F                                               | columna 10 | columna 8            | columna 13 | columna 11            |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         | Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos ≥ el φ del cable | G                                               | —          | Ver UNE 20460-5-523  | —          | Ver UNE 20460-5-523   |                                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
| XLPE: Polietileno reticulado (90 °) • EPR: Etileno-propileno (90 °) • PVC: Policloruro de vinilo (70 °) |                                                                                    |                                                 |            |                      |            |                       | www.tuveras.com                                      |                             |         |           |                                           |       |             |                                            |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         |                                                                                    |                                                 |            |                      |            |                       | Cu: D <sub>20°</sub> = 1/56                          | Al: D <sub>20°</sub> = 1/35 |         |           | D <sub>20°</sub> = 1,2 · D <sub>20°</sub> |       |             | D <sub>20°</sub> = 1,28 · D <sub>20°</sub> |         |    |        |  |  |  |
|                                                                                                         |                                                                                    |                                                 |            |                      |            |                       | B: 5-l                                               | C: 10-l                     | D: 20-l | K = 1-V/S | Cu: 115 / 103                             |       | Al: 76 / 68 |                                            | Cu: 143 |    | Al: 94 |  |  |  |

Fuente: UNE 20460-5-523

Se ha tenido en cuenta para la elección que el cable requerido pertenece al grupo de conductores aislados de cobre en un conducto sobre una pared de mampostería. El aislamiento es de PVC, por lo que la sección del cable elegida ha sido 2,5 mm<sup>2</sup> puesto que es la sección mínima contemplada por normativa.

Como comprobación de que el cable seleccionado es adecuado, se ha calculado la caída de tensión, debiendo ser esta menor a un 3%.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde:

e es la caída de tensión (V)

l es la longitud del cable (m)

P es la potencia de las luminarias (VA)

γ es la conductividad del cobre (a 20°C es de 56 m/Ω·mm<sup>2</sup>)

S es la sección del cable (mm<sup>2</sup>)

U es la tensión de la línea monofásica (V)

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Sustituyendo los datos anteriormente citados en la fórmula, obtenemos:

$$e = \frac{2 \cdot 40 \cdot 939,6}{56 \cdot 2,5 \cdot 230} = 2,33 V$$

Calculando en porcentaje:

$$e = \frac{2,33}{230} \cdot 100 = 1,015 \% < 3\%$$

Por lo que se verifica que el cable seleccionado es adecuado para la instalación planteada.

### 3.1.3. ELECTRICIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Principalmente, los elementos que irán conectados a la corriente en esta área serán las máquinas empleadas.

La suma de potencia de todas ellas es 81.540 W.

Tomando un coseno de  $\varphi$  de 0,8 se ha calculado la intensidad máxima.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{81.540}{230 \cdot 0,8} = 443,15 A$$

Posteriormente, se ha calculado la intensidad de diseño, teniendo en cuenta el factor de corrección por temperatura, suponiendo una temperatura media de 20°C y un aislamiento de PVC; y el factor de corrección del cable, suponiendo una disposición de estos agrupados sobre una superficie y empotrados.

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Tabla 5: Factores de corrección en función de la temperatura ambiente

| Temperatura ambiente<br>°C | Aislamiento |            |                                                   |                                    |
|----------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
|                            | PVC         | XLPE y EPR | Mineral*                                          |                                    |
|                            |             |            | Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C | Cable desnudo e inaccesible 105 °C |
| 10                         | 1,22        | 1,15       | 1,26                                              | 1,14                               |
| 15                         | 1,17        | 1,12       | 1,20                                              | 1,11                               |
| 20                         | 1,12        | 1,08       | 1,14                                              | 1,07                               |
| 25                         | 1,06        | 1,04       | 1,07                                              | 1,04                               |
| 35                         | 0,94        | 0,96       | 0,93                                              | 0,96                               |
| 40                         | 0,87        | 0,91       | 0,85                                              | 0,92                               |
| 45                         | 0,79        | 0,87       | 0,87                                              | 0,88                               |
| 50                         | 0,71        | 0,82       | 0,67                                              | 0,84                               |
| 55                         | 0,61        | 0,76       | 0,57                                              | 0,80                               |
| 60                         | 0,50        | 0,71       | 0,45                                              | 0,75                               |
| 65                         | -           | 0,65       | -                                                 | 0,70                               |
| 70                         | -           | 0,58       | -                                                 | 0,65                               |
| 75                         | -           | 0,50       | -                                                 | 0,60                               |
| 80                         | -           | 0,41       | -                                                 | 0,54                               |
| 85                         | -           | -          | -                                                 | 0,47                               |
| 90                         | -           | -          | -                                                 | 0,40                               |
| 95                         | -           | -          | -                                                 | 0,32                               |

\* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Fuente: UNE 20460-5-523

Tabla 6: Factores de corrección del cable

| Punto | Disposición de los cables<br>(En contacto)                        | Número de circuitos o de cables multiconductores |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                                                             |                                  |      | Tablas de los métodos de referencia |
|-------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-------------------------------------|
|       |                                                                   | 1                                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12                                                                                          | 16                               | 20   |                                     |
| 1     | Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados | 1,00                                             | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,45                                                                                        | 0,41                             | 0,38 | 52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F    |
| 2     | Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar           | 1,00                                             | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores | 52 – C1 a 52 – C6 método C       |      |                                     |
| 3     | Capa única fijada bajo techo de madera                            | 0,95                                             | 0,81 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |                                                                                             |                                  |      |                                     |
| 4     | Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical          | 1,00                                             | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |                                                                                             | 52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F |      |                                     |
| 5     | Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.                      | 1,00                                             | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 |                                                                                             |                                  |      |                                     |

NOTA 1 – Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.

NOTA 2 – Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario ningún factor de reducción.

NOTA 3 – Los mismos factores de corrección se aplican:  
 - a los grupos de dos o tres cables unipolares;  
 - a los cables multiconductores.

NOTA 4 – Si un agrupamiento se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores.

NOTA 5 – Si un agrupamiento está formado por  $n$  conductores unipolares cargados, puede ser considerado como  $n/2$  circuitos de dos conductores cargados o como  $n/3$  circuitos de tres conductores cargados.

NOTA 6 – Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas 52 – C1 a 52 – C12, la precisión de los valores tabulados está en un  $\pm 5\%$ .

NOTA 7 – Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no previstos en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas 52 – E4 y 52 – E5.

Fuente: UNE 20460-5-523

El factor de corrección por temperatura sería de 1,12 y el de corrección por cable sería de 1. Aplicando la siguiente fórmula obtenemos:

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

$$I_d = \frac{I_{real}}{F_{ct} \cdot F_{cc}} = \frac{443,15}{1,12 \cdot 1} = 395,67 \text{ A}$$

Conocida la intensidad de diseño, se procede a la elección del cable, observando la tabla a continuación descrita:

Tabla 7: Intensidades máximas admisibles para cables conductores

| Instalación de referencia                                                                                                                                       |                                                                                         | Tabla y columna<br>Intensidad admisible para los circuitos<br>simples |            |                         |            | Método de<br>instalación | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento                                                                                                                                                       |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------|------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
|                                                                                                                                                                 |                                                                                         | Aislamiento<br>PVC                                                    |            | Aislamiento<br>XLPE-EPR |            |                          | AI                                                                                                                                                                                                         | PVC3 | PVC2 | XLPE3 | XLPE2 | XLPE3 | XLPE2 | XLPE3 | XLPE2 | XLPE3 | XLPE2 |  |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                         | 2                                                                     | 3          | 2                       | 3          |                          |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante                  | AI                                                                    | columna 4  | columna 3               | columna 7  | columna 6                |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante                  | A2                                                                    | columna 3  | columna 2               | columna 6  | columna 5                |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/mamp.                     | B1                                                                    | columna 6  | columna 5               | columna 10 | columna 8                |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera/mamp.                     | B2                                                                    | columna 5  | columna 4               | columna 8  | columna 7                |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera/mamp.                        | C                                                                     | columna 8  | columna 6               | columna 11 | columna 9                |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Cable multiconductor en conductos enterrados                                            | D                                                                     | columna 3  | columna 4               | columna 5  | columna 6                |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Cable multiconductor al aire libre. Distancia al muro $\geq 0,3$ veces $\phi$ del cable | E                                                                     | columna 9  | columna 7               | columna 12 | columna 10               |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro $\geq \phi$ del cable    | F                                                                     | columna 10 | columna 8               | columna 13 | columna 11               |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos $\geq \phi$ del cable | G                                                                     | —          | Ver UNE 20460-5-523     | —          | Ver UNE 20460-5-523      |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
| XLPE: Polietileno reticulado (90 °) • EPR: Etileno-propileno (90 °) • PVC: Policloruro de vinilo (70 °)<br><a href="http://www.tuveras.com">www.tuveras.com</a> |                                                                                         |                                                                       |            |                         |            |                          |                                                                                                                                                                                                            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                         |                                                                       |            |                         |            |                          | Cu: $D_{20r} = 1/56$ Al: $D_{20r} = 1/35$ $D_{70r} = 1,2 \cdot D_{20r}$ $D_{90r} = 1,28 \cdot D_{20r}$<br>B: 5-l    C: 10-l    D: 20-l    K = l · V/S    Cu: 115 / 103    Al: 76 / 68    Cu: 143    Al: 94 |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |

Fuente: UNE 20460-5-523

Se ha tenido en cuenta para la elección que el cable requerido pertenece al grupo de conductores aislados de cobre en un conducto sobre una pared de mampostería. El aislamiento es de PVC, por lo que la sección del cable elegida ha sido 150 mm<sup>2</sup>.

Como comprobación de que el cable seleccionado es adecuado, se ha calculado la caída de tensión, debiendo ser esta menor a un 5%.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde:

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

$e$  es la caída de tensión (V)

$l$  es la longitud del cable (m)

$P$  es la potencia de las luminarias (VA)

$\gamma$  es la conductividad del cobre (a 20°C es de 56 m/Ω·mm<sup>2</sup>)

$S$  es la sección del cable (mm<sup>2</sup>)

$U$  es la tensión de la línea monofásica (V)

Sustituyendo los datos anteriormente citados en la fórmula, obtenemos:

$$e = \frac{2 \cdot 30 \cdot 81540}{56 \cdot 150 \cdot 230} = 2,53 \text{ V}$$

Calculando en porcentaje:

$$e = \frac{2,53}{230} \cdot 100 = 1,10 \% < 3\%$$

Por lo que se verifica que el cable seleccionado es adecuado para la instalación planteada.

### 3.2. ALMACÉN

La única instalación eléctrica del almacén de manzanas procedentes del aclareo será la referente a la iluminación, para poder facilitar las labores en su interior. A continuación se han realizado los cálculos, tanto del número de luminarias que se van a emplear (indicando la potencia y el modelo de estas) y de la sección de los cables de las luminarias.

#### 3.2.1. LUMINARIAS DEL ALMACÉN

La luminosidad recomendada para un almacén de características similares se encuentra en torno a los 50 lux, por lo que se van a realizar los cálculos de las instalaciones para que alcancen dicho valor.

Se ha tenido en cuenta que la superficie del almacén son 300 m<sup>2</sup> y que la altura de la nave son 7 metros. Los colores interiores son:

- Techo: claro (0,5)
- Pared: medio (0,5)
- Suelo: medio (0,3)
- Nivel de mantenimiento de lámparas y focal: bajo (0,6)

Los siguientes cálculos se han realizado a partir de los datos anteriores:

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

### - ALTURA DE LAS LUMINARIAS:

Para el cálculo de la altura de las luminarias se han aplicado las siguientes fórmulas:

$$h' = h_{nave} - h_{plano\ de\ trabajo} = 7 - 1,2 = 5,8\ metros$$

$$h = \frac{3}{4} \cdot h' = \frac{3}{4} \cdot 5,8 = 4,35\ metros$$

De esta manera, las luminarias se van a ubicar a una altura de 4,35 metros. La altura del plano de trabajo se ha supuesto de 1,2 metros, siendo una estimación de la altura a la que se van a desarrollar las distintas labores.

### - ÍNDICE DEL LOCAL (K):

El índice del local (K) se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Donde:

“a” y “b” son las medidas del almacén

“h” es la altura de las luminarias

$$K = \frac{10 \cdot 30}{4,35 \cdot (10 + 30)} = 1,72$$

### - FLUJO LUMINOSO (Ft):

La fórmula para el cálculo del flujo luminoso es la siguiente:

$$Ft = \frac{E_m \cdot S}{N_l \cdot N_r \cdot f_m}$$

Donde:

“E<sub>m</sub>” es el número de lux necesarios

“S” es la superficie del almacén

“N<sub>l</sub>” es la altura de trabajo

“N<sub>r</sub>” es el rendimiento del local

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

“F<sub>m</sub>” es el nivel de mantenimiento de las lámparas

Sabiendo que el rendimiento del local es de 0,94 (dato obtenido de tablas de rendimiento), podemos calcular el flujo luminoso:

$$F_t = \frac{50 \cdot 300}{4,35 \cdot 0,94 \cdot 0,6} = 6.113,96 \text{ lm}$$

### - NÚMERO DE LUMINARIAS:

Para poder conocer el número de luminarias que van a ser necesarias, hemos de seleccionar el modelo de luminaria que se va a instalar. En este caso, la luminaria seleccionada ha sido:

Tabla 8: Características de las luminarias instaladas

|                          |                                                |
|--------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Modelo</b>            | Luminaria espacial Zafiro de Ornalux Mod. Z58R |
| <b>Potencia</b>          | 58 W                                           |
| <b>Flujo luminoso</b>    | 5.200 lm                                       |
| <b>Diámetro del tubo</b> | 72 mm                                          |

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el número de luminarias necesarias, se va a emplear la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{F_t}{F_l} = \frac{6.113,96}{5.200} = 1,175 = 2 \text{ luminarias}$$

Se ha elegido colocar un total de 2 luminarias, distribuidas en línea para la iluminación del almacén.

### 3.2.2. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DEL ALMACÉN

En el almacén de manzanas se han colocado un total de 2 luminarias de 58 W de potencia. Suponiendo un  $\cos \varphi$  de 0,9 (factor de potencia típico del tipo de luminarias seleccionado), en primer lugar, debemos pasar la potencia a voltamperios, tal y como se observa en la siguiente ecuación:

$$P = 1,8 \cdot (2 \cdot 58) \cdot 0,9 = 187,92 \text{ VA}$$

El valor 1,8 es constante, siendo establecido por normativa. El resto de los valores representan: 2 luminarias, 58 W de potencia de cada luminaria y  $\cos \varphi$  de 0,9.

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Conocida la potencia, la tensión (230 V por ser línea monofásica) y  $\cos \varphi$ , se calcula la intensidad siguiendo la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{187,92}{230 \cdot 0,9} = 0,91 \text{ A}$$

Posteriormente, se ha calculado la intensidad de diseño, teniendo en cuenta el factor de corrección por temperatura, suponiendo una temperatura media de 20°C y un aislamiento de PVC; y el factor de corrección del cable, suponiendo una disposición de estos en una única capa sobre superficie sin perforar.

Tabla 9: Factores de corrección en función de la temperatura ambiente

| Temperatura ambiente<br>°C | Aislamiento |            |                                                   |                                    |
|----------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
|                            | PVC         | XLPE y EPR | Mineral*                                          |                                    |
|                            |             |            | Cubierto de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C | Cable desnudo e inaccesible 105 °C |
| 10                         | 1,22        | 1,15       | 1,26                                              | 1,14                               |
| 15                         | 1,17        | 1,12       | 1,20                                              | 1,11                               |
| 20                         | 1,12        | 1,08       | 1,14                                              | 1,07                               |
| 25                         | 1,06        | 1,04       | 1,07                                              | 1,04                               |
| 35                         | 0,94        | 0,96       | 0,93                                              | 0,96                               |
| 40                         | 0,87        | 0,91       | 0,85                                              | 0,92                               |
| 45                         | 0,79        | 0,87       | 0,87                                              | 0,88                               |
| 50                         | 0,71        | 0,82       | 0,67                                              | 0,84                               |
| 55                         | 0,61        | 0,76       | 0,57                                              | 0,80                               |
| 60                         | 0,50        | 0,71       | 0,45                                              | 0,75                               |
| 65                         | –           | 0,65       | –                                                 | 0,70                               |
| 70                         | –           | 0,58       | –                                                 | 0,65                               |
| 75                         | –           | 0,50       | –                                                 | 0,60                               |
| 80                         | –           | 0,41       | –                                                 | 0,54                               |
| 85                         | –           | –          | –                                                 | 0,47                               |
| 90                         | –           | –          | –                                                 | 0,40                               |
| 95                         | –           | –          | –                                                 | 0,32                               |

\* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Fuente: UNE 20460–5–523

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Tabla 10: Factores de corrección del cable

| Punto | Disposición de los cables<br>(En contacto)                        | Número de circuitos o de cables multiconductores |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                                                             |                                  |      | Tablas de los métodos de referencia |
|-------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-------------------------------------|
|       |                                                                   | 1                                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12                                                                                          | 16                               | 20   |                                     |
| 1     | Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados | 1,00                                             | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,45                                                                                        | 0,41                             | 0,38 | 52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F    |
| 2     | Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar           | 1,00                                             | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores | 52 – C1 a 52 – C6 método C       |      |                                     |
| 3     | Capa única fijada bajo techo de madera                            | 0,95                                             | 0,81 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |                                                                                             |                                  |      |                                     |
| 4     | Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical          | 1,00                                             | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |                                                                                             | 52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F |      |                                     |
| 5     | Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.                      | 1,00                                             | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 |                                                                                             |                                  |      |                                     |

NOTA 1 – Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.

NOTA 2 – Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario ningún factor de reducción.

NOTA 3 – Los mismos factores de corrección se aplican:  
 – a los grupos de dos o tres cables unipolares;  
 – a los cables multiconductores.

NOTA 4 – Si un agrupamiento se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores.

NOTA 5 – Si un agrupamiento está formado por *n* conductores unipolares cargados, puede ser considerado como *n/2* circuitos de dos conductores cargados o como *n/3* circuitos de tres conductores cargados.

NOTA 6 – Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas 52 – C1 a 52 – C12, la precisión de los valores tabulados está en un ±5%.

NOTA 7 – Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no previstos en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas 52 – E4 y 52 – E5.

Fuente: UNE 20460–5–523

El factor de corrección por temperatura sería de 1,12 y el de corrección por cable sería de 1. Aplicando la siguiente fórmula obtenemos:

$$I_d = \frac{I_{real}}{Fct \cdot Fcc} = \frac{0,91}{1,12 \cdot 1} = 0,81 A$$

Conocida la intensidad de diseño, se procede a la elección del cable, observando la tabla a continuación descrita:

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Tabla 11: Intensidades máximas admisibles para cables conductores

| Instalación de referencia                                                                               |                                                                                     | Tabla y columna                                 |            |                      |            | Método de instalación | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                                                         |                                                                                     | Intensidad admisible para los circuitos simples |            |                      |            |                       | Número de conductores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Al | PVC3 | PVC2 | XLPE3 | XLPE2 |
|                                                                                                         |                                                                                     | Aislamiento PVC                                 |            | Aislamiento XLPE-EPR |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         |                                                                                     | 2                                               | 3          | 2                    | 3          | 1                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3  | 4    | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    |       |       |
|                                                                                                         | Conductores aislados en un conducto en una pared fuertemente aislante               | A1                                              | columna 4  | columna 3            | columna 7  | columna 6             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         | Cable multiconductor en un conducto en una pared fuertemente aislante               | A2                                              | columna 3  | columna 2            | columna 6  | columna 5             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         | Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/ mamp.                | B1                                              | columna 6  | columna 5            | columna 10 | columna 8             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         | Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera/map.                  | B2                                              | columna 5  | columna 4            | columna 8  | columna 7             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         | Cables unipolares; o multipolares sobre una pared de madera/manp.                   | C                                               | columna 8  | columna 6            | columna 11 | columna 9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         | Cable multiconductor en conductos enterrados                                        | D                                               | columna 3  | columna 4            | columna 5  | columna 6             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         | Cable multiconductor al aire libre. Distancia al muro >= a 0,3 veces ϕ del cable    | E                                               | columna 9  | columna 7            | columna 12 | columna 10            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         | Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro >= ϕ del cable       | F                                               | columna 10 | columna 8            | columna 13 | columna 11            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         | Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos >= el ϕ del cable | G                                               | —          | Ver UNE 20460-5-523  | —          | Ver UNE 20460-5-523   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| XLPE: Polietileno reticulado (90 °) • EPR: Etileno-propileno (90 °) • PVC: Policloruro de vinilo (70 °) |                                                                                     |                                                 |            |                      |            |                       | www.tuveras.com                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                                                         |                                                                                     |                                                 |            |                      |            |                       | <b>Cu:</b> D <sub>20°</sub> = 1/56 <b>Al:</b> D <sub>20°</sub> = 1/35 <b>D<sub>70°</sub> = 1,2 D<sub>20°</sub></b> <b>D<sub>90°</sub> = 1,28 D<sub>20°</sub></b><br><b>B: 5-l<sub>n</sub></b> <b>C: 10-l<sub>n</sub></b> <b>D: 20-l<sub>n</sub></b> <b>K = l·√I/S</b> <b>Cu: 115 / 103</b> <b>Al: 76 / 68</b> <b>Cu: 143</b> <b>Al: 94</b> |    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Fuente: UNE 20460-5-523

Se ha tenido en cuenta para la elección que el cable requerido pertenece al grupo de conductores aislados de cobre en un conducto sobre una pared de mampostería. El aislamiento es de PVC, por lo que la sección del cable elegida ha sido 2,5 mm<sup>2</sup> puesto que es la sección mínima contemplada por normativa.

Como comprobación de que el cable seleccionado es adecuado, se ha calculado la caída de tensión, debiendo ser esta menor a un 3%.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde:

e es la caída de tensión (V)

l es la longitud del cable (m)

P es la potencia de las luminarias (VA)

γ es la conductividad del cobre (a 20°C es de 56 m/Ω·mm<sup>2</sup>)

S es la sección del cable (mm<sup>2</sup>)

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

U es la tensión de la línea monofásica (V)

Sustituyendo los datos anteriormente citados en la fórmula, obtenemos:

$$e = \frac{25 \cdot 187,92}{56 \cdot 2,5 \cdot 230} = 1,12 V$$

Calculando en porcentaje:

$$e = \frac{1,12}{230} \cdot 100 = 0,486 \% < 3\%$$

Por lo que se verifica que el cable seleccionado es adecuado para la instalación planteada.

### 3.3. OFICINA

En el siguiente apartado se describirá la instalación eléctrica de la oficina, el servicio y el vestuario.

#### 3.3.1. ILUMINACIÓN DE LA OFICINA

La luminosidad recomendada para una oficina se encuentra en torno a los 600 lux, por lo que se van a realizar los cálculos de las instalaciones para que alcancen dicho valor.

Se ha tenido en cuenta que la superficie del área de producción son 80 m<sup>2</sup> y que la altura de la oficina es 3,5 metros. Los colores interiores son:

- Techo: blanco (0,8)
- Pared: medio (0,5)
- Suelo: medio (0,3)
- Nivel de mantenimiento de lámparas y focal: limpio (0,8)

Los siguientes cálculos se han realizado a partir de los datos anteriores:

- *ALTURA DE LAS LUMINARIAS:*

La altura a la que irán instaladas las luminarias será de 3,5 m.

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

### - FLUJO LUMINOSO ( $F_t$ ):

La fórmula para el cálculo del flujo luminoso es la siguiente:

$$F_t = \frac{E_m \cdot S}{N_l \cdot N_r \cdot f_m}$$

Donde:

“ $E_m$ ” es el número de lux necesarios

“ $S$ ” es la superficie de la oficina

“ $N_l$ ” es la altura de trabajo

“ $N_r$ ” es el rendimiento del local

“ $f_m$ ” es el nivel de mantenimiento de las lámparas

Sabiendo que el rendimiento del local es de 0,75 (dato obtenido de tablas de rendimiento), podemos calcular el flujo luminoso:

$$F_t = \frac{600 \cdot 80}{3,5 \cdot 0,75 \cdot 0,8} = 22.857,14 \text{ lm}$$

### - NÚMERO DE LUMINARIAS:

Para poder conocer el número de luminarias que van a ser necesarias, hemos de seleccionar el modelo de luminaria que se va a instalar. En este caso, la luminaria seleccionada ha sido:

Tabla 52: Características de las luminarias instaladas

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| <b>Modelo</b>         | CASTAN AV-436 |
| <b>Potencia</b>       | 36 W          |
| <b>Flujo luminoso</b> | 2.000 lm      |

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el número de luminarias necesarias, se va a emplear la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{F_t}{F_l} = \frac{22.857,14}{2.000} = 11,42 = 12 \text{ luminarias}$$

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Se ha elegido colocar un total de 12 luminarias, distribuidas en 3 líneas de 4 para la oficina.

### 3.3.2. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DE LA OFICINA

En el área de producción se han colocado un total de 12 luminarias de 36 W de potencia. Suponiendo un  $\cos \varphi$  de 0,9 (factor de potencia típico del tipo de luminarias seleccionado), en primer lugar, debemos pasar la potencia a voltamperios, tal y como se observa en la siguiente ecuación:

$$P = 1,8 \cdot (12 \cdot 36) \cdot 0,9 = 699,84 \text{ V A}$$

El valor 1,8 es constante, siendo establecido por normativa. El resto de los valores representan: 12 luminarias, 36 W de potencia de cada luminaria y  $\cos \varphi$  de 0,9.

Conocida la potencia, la tensión (230 V por ser línea monofásica) y  $\cos \varphi$ , se calcula la intensidad siguiendo la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{699,84}{230 \cdot 0,9} = 3,381 \text{ A}$$

Posteriormente, se ha calculado la intensidad de diseño, teniendo en cuenta el factor de corrección por temperatura, suponiendo una temperatura media de 20°C y un aislamiento de PVC; y el factor de corrección del cable, suponiendo una disposición de estos en una única capa sobre superficie sin perforar.

Tabla 13: Factores de corrección en función de la temperatura ambiente

| Temperatura ambiente<br>°C | Aislamiento |            |                                                   |                                    |
|----------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
|                            | PVC         | XLPE y EPR | Mineral*                                          |                                    |
|                            |             |            | Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C | Cable desnudo e inaccesible 105 °C |
| 10                         | 1,22        | 1,15       | 1,26                                              | 1,14                               |
| 15                         | 1,17        | 1,12       | 1,20                                              | 1,11                               |
| 20                         | 1,12        | 1,08       | 1,14                                              | 1,07                               |
| 25                         | 1,06        | 1,04       | 1,07                                              | 1,04                               |
| 35                         | 0,94        | 0,96       | 0,93                                              | 0,96                               |
| 40                         | 0,87        | 0,91       | 0,85                                              | 0,92                               |
| 45                         | 0,79        | 0,87       | 0,87                                              | 0,88                               |
| 50                         | 0,71        | 0,82       | 0,67                                              | 0,84                               |
| 55                         | 0,61        | 0,76       | 0,57                                              | 0,80                               |
| 60                         | 0,50        | 0,71       | 0,45                                              | 0,75                               |
| 65                         | –           | 0,65       | –                                                 | 0,70                               |
| 70                         | –           | 0,58       | –                                                 | 0,65                               |
| 75                         | –           | 0,50       | –                                                 | 0,60                               |
| 80                         | –           | 0,41       | –                                                 | 0,54                               |
| 85                         | –           | –          | –                                                 | 0,47                               |
| 90                         | –           | –          | –                                                 | 0,40                               |
| 95                         | –           | –          | –                                                 | 0,32                               |

\* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Fuente: UNE 20460–5–523

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Tabla 14: Factores de corrección del cable

| Punto | Disposición de los cables<br>(En contacto)                        | Número de circuitos o de cables multiconductores |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                                                             |                                  |      | Tablas de los métodos de referencia |
|-------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-------------------------------------|
|       |                                                                   | 1                                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12                                                                                          | 16                               | 20   |                                     |
| 1     | Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados | 1,00                                             | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,45                                                                                        | 0,41                             | 0,38 | 52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F    |
| 2     | Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar           | 1,00                                             | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores | 52 – C1 a 52 – C6 método C       |      |                                     |
| 3     | Capa única fijada bajo techo de madera                            | 0,95                                             | 0,81 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |                                                                                             |                                  |      |                                     |
| 4     | Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical          | 1,00                                             | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |                                                                                             | 52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F |      |                                     |
| 5     | Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.                      | 1,00                                             | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 |                                                                                             |                                  |      |                                     |

NOTA 1 – Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.

NOTA 2 – Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario ningún factor de reducción.

NOTA 3 – Los mismos factores de corrección se aplican:

- a los grupos de dos o tres cables unipolares;
- a los cables multiconductores.

NOTA 4 – Si un agrupamiento se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores.

NOTA 5 – Si un agrupamiento está formado por  $n$  conductores unipolares cargados, puede ser considerado como  $n/2$  circuitos de dos conductores cargados o como  $n/3$  circuitos de tres conductores cargados.

NOTA 6 – Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas 52 – C1 a 52 – C12, la precisión de los valores tabulados está en un  $\pm 5\%$ .

NOTA 7 – Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no previstos en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas 52 – E4 y 52 – E5.

Fuente: UNE 20460–5–523

El factor de corrección por temperatura sería de 1,12 y el de corrección por cable sería de 1. Aplicando la siguiente fórmula obtenemos:

$$I_d = \frac{I_{real}}{F_{ct} \cdot F_{cc}} = \frac{3,381}{1,12 \cdot 1} = 3,019 \text{ A}$$

Conocida la intensidad de diseño, se procede a la elección del cable, observando la tabla a continuación descrita:

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Tabla 15: Intensidades máximas admisibles para cables conductores

| Instalación de referencia                                                                               |                                                                                     | Tabla y columna                                 |            |                                         |            | Método de instalación |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------|------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|-------------|-----|---------|--|--------|--|--|--|--|--|-----------------------|--|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|----|------|----|------|----|----|------|----|----|----|----|---|-----|----|----|------|------|----|----|----|----|------|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|------|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|------|----|----|----|----|------|------|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|---|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------------------|--|--|--|------------------------------------------|--|--|--|--|--|---------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|-----------|--|---------------|--|-------------|--|---------|--|--------|--|
|                                                                                                         |                                                                                     | Intensidad admisible para los circuitos simples |            |                                         |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                                                                                                         |                                                                                     | Aislamiento PVC                                 |            | Aislamiento XLPE-EPR                    |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                                                                                                         |                                                                                     | Número de conductores                           |            |                                         |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                                                                                                         |                                                                                     | 2                                               | 3          | 2                                       | 3          |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Conductores aislados en un conducto en una pared firmemente aislante                | A1                                              | columna 4  | columna 3                               | columna 7  | columna 6             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Cable multiconductor en un conducto en una pared firmemente aislante                | A2                                              | columna 3  | columna 2                               | columna 6  | columna 5             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/ mamp.                | B1                                              | columna 6  | columna 5                               | columna 10 | columna 8             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera/mamp.                 | B2                                              | columna 5  | columna 4                               | columna 8  | columna 7             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Cables unipolares; o multipolares sobre una pared de madera/mamp.                   | C                                               | columna 8  | columna 6                               | columna 11 | columna 9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Cable multiconductor en conductos enterrados                                        | D                                               | columna 3  | columna 4                               | columna 5  | columna 6             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Cable multiconductor al aire libre. Distancia al muro >= a 0,3 veces ϕ del cable    | E                                               | columna 9  | columna 7                               | columna 12 | columna 10            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro >= ϕ del cable       | F                                               | columna 10 | columna 8                               | columna 13 | columna 11            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                        | Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos >= el ϕ del cable | G                                               | —          | Ver UNE 20460-5-523                     | —          | Ver UNE 20460-5-523   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| XLPE: Polietileno reticulado (90 °) • EPR: Etileno-propileno (90 °) • PVC: Policloruro de vinilo (70 °) |                                                                                     |                                                 |            |                                         |            |                       | www.tuveras.com                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
|                                                                                                         |                                                                                     |                                                 |            |                                         |            |                       | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Número de conductores</th> <th colspan="11">Tipo de aislamiento</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="14"><b>Cobre</b></td> </tr> <tr> <td>1,5</td><td>11</td><td>11,5</td><td>13</td><td>13,5</td><td>15</td><td>16</td><td>16,5</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>24</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>2,5</td><td>15</td><td>16</td><td>17,5</td><td>18,5</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>26</td><td>26,5</td><td>29</td><td>33</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>20</td><td>21</td><td>23</td><td>24</td><td>27</td><td>30</td><td>31</td><td>34</td><td>36</td><td>38</td><td>45</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>25</td><td>27</td><td>30</td><td>32</td><td>36</td><td>37</td><td>40</td><td>44</td><td>46</td><td>49</td><td>57</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>34</td><td>37</td><td>40</td><td>44</td><td>50</td><td>52</td><td>54</td><td>60</td><td>65</td><td>68</td><td>76</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>16</td><td>45</td><td>49</td><td>54</td><td>59</td><td>66</td><td>70</td><td>73</td><td>81</td><td>87</td><td>91</td><td>105</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>25</td><td>59</td><td>64</td><td>70</td><td>77</td><td>84</td><td>88</td><td>95</td><td>103</td><td>110</td><td>116</td><td>123</td><td>140</td> </tr> <tr> <td>35</td><td>-</td><td>77</td><td>86</td><td>96</td><td>104</td><td>110</td><td>119</td><td>127</td><td>137</td><td>144</td><td>154</td><td>174</td> </tr> <tr> <td>50</td><td>-</td><td>94</td><td>103</td><td>117</td><td>125</td><td>133</td><td>145</td><td>155</td><td>167</td><td>175</td><td>188</td><td>210</td> </tr> <tr> <td>70</td><td>-</td><td>-</td><td>149</td><td>160</td><td>171</td><td>185</td><td>199</td><td>214</td><td>224</td><td>244</td><td>269</td><td>299</td> </tr> <tr> <td>95</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>180</td><td>194</td><td>207</td><td>224</td><td>241</td><td>259</td><td>271</td><td>296</td><td>327</td> </tr> <tr> <td>120</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>208</td><td>225</td><td>240</td><td>260</td><td>280</td><td>301</td><td>314</td><td>348</td> </tr> <tr> <td>150</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>236</td><td>260</td><td>278</td><td>299</td><td>322</td><td>343</td><td>363</td><td>404</td> </tr> <tr> <td>185</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>268</td><td>297</td><td>317</td><td>341</td><td>368</td><td>391</td><td>415</td><td>464</td> </tr> <tr> <td>240</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>315</td><td>350</td><td>374</td><td>401</td><td>435</td><td>468</td><td>490</td><td>552</td> </tr> <tr> <td colspan="14"><b>Aluminio</b></td> </tr> <tr> <td>2,5</td><td>11,5</td><td>12</td><td>13,5</td><td>14</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>20</td><td>20</td><td>22</td><td>25</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>15</td><td>16</td><td>18,5</td><td>19</td><td>22</td><td>24</td><td>24</td><td>26,5</td><td>27,5</td><td>29</td><td>35</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>20</td><td>21</td><td>24</td><td>25</td><td>28</td><td>30</td><td>31</td><td>33</td><td>36</td><td>38</td><td>45</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>27</td><td>28</td><td>32</td><td>34</td><td>38</td><td>42</td><td>42</td><td>46</td><td>50</td><td>53</td><td>61</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>16</td><td>36</td><td>38</td><td>42</td><td>46</td><td>51</td><td>56</td><td>57</td><td>63</td><td>66</td><td>70</td><td>83</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>25</td><td>46</td><td>50</td><td>54</td><td>61</td><td>64</td><td>71</td><td>72</td><td>78</td><td>84</td><td>88</td><td>94</td><td>105</td> </tr> <tr> <td>35</td><td>-</td><td>61</td><td>67</td><td>75</td><td>78</td><td>88</td><td>89</td><td>97</td><td>104</td><td>109</td><td>117</td><td>130</td> </tr> <tr> <td>50</td><td>-</td><td>73</td><td>80</td><td>90</td><td>96</td><td>106</td><td>108</td><td>118</td><td>127</td><td>133</td><td>145</td><td>160</td> </tr> <tr> <td>70</td><td>-</td><td>-</td><td>116</td><td>122</td><td>136</td><td>139</td><td>151</td><td>162</td><td>170</td><td>187</td><td>206</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>95</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>140</td><td>148</td><td>167</td><td>169</td><td>183</td><td>197</td><td>207</td><td>230</td><td>251</td> </tr> <tr> <td>120</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>162</td><td>171</td><td>193</td><td>196,5</td><td>213</td><td>228</td><td>239</td><td>269</td><td>293</td> </tr> <tr> <td>150</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>187</td><td>197</td><td>223</td><td>227</td><td>246</td><td>264</td><td>277</td><td>312</td><td>338</td> </tr> <tr> <td>185</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>212</td><td>225</td><td>236</td><td>259</td><td>281</td><td>301</td><td>316</td><td>359</td><td>388</td> </tr> <tr> <td>240</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>248</td><td>265</td><td>300</td><td>306</td><td>332</td><td>355</td><td>372</td><td>429</td><td>461</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cu: D<sub>20°</sub> = 1/56</td> <td colspan="2">Al: D<sub>20°</sub> = 1/35</td> <td colspan="4">D<sub>20°</sub> = 1,2 D<sub>20°</sub></td> <td colspan="6">D<sub>90°</sub> = 1,28 D<sub>20°</sub></td> </tr> <tr> <td colspan="2">B: 5-l<sub>a</sub></td> <td colspan="2">C: 10-l<sub>a</sub></td> <td colspan="2">D: 20-l<sub>a</sub></td> <td colspan="2">K = l-v/S</td> <td colspan="2">Cu: 115 / 103</td> <td colspan="2">Al: 76 / 68</td> <td colspan="2">Cu: 143</td> <td colspan="2">Al: 94</td> </tr> </tbody> </table> |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  | Número de conductores |  | Tipo de aislamiento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | <b>Cobre</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 21 | 24 | - | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | 23 | 26 | 26,5 | 29 | 33 | - | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 45 | - | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | 40 | 44 | 46 | 49 | 57 | - | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | 54 | 60 | 65 | 68 | 76 | - | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 105 | - | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 95 | 103 | 110 | 116 | 123 | 140 | 35 | - | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 127 | 137 | 144 | 154 | 174 | 50 | - | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 155 | 167 | 175 | 188 | 210 | 70 | - | - | 149 | 160 | 171 | 185 | 199 | 214 | 224 | 244 | 269 | 299 | 95 | - | - | - | 180 | 194 | 207 | 224 | 241 | 259 | 271 | 296 | 327 | 120 | - | - | - | - | 208 | 225 | 240 | 260 | 280 | 301 | 314 | 348 | 150 | - | - | - | - | 236 | 260 | 278 | 299 | 322 | 343 | 363 | 404 | 185 | - | - | - | - | 268 | 297 | 317 | 341 | 368 | 391 | 415 | 464 | 240 | - | - | - | - | 315 | 350 | 374 | 401 | 435 | 468 | 490 | 552 | <b>Aluminio</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,5 | 11,5 | 12 | 13,5 | 14 | 16 | 17 | 18 | 20 | 20 | 22 | 25 | - | 4 | 15 | 16 | 18,5 | 19 | 22 | 24 | 24 | 26,5 | 27,5 | 29 | 35 | - | 6 | 20 | 21 | 24 | 25 | 28 | 30 | 31 | 33 | 36 | 38 | 45 | - | 10 | 27 | 28 | 32 | 34 | 38 | 42 | 42 | 46 | 50 | 53 | 61 | - | 16 | 36 | 38 | 42 | 46 | 51 | 56 | 57 | 63 | 66 | 70 | 83 | - | 25 | 46 | 50 | 54 | 61 | 64 | 71 | 72 | 78 | 84 | 88 | 94 | 105 | 35 | - | 61 | 67 | 75 | 78 | 88 | 89 | 97 | 104 | 109 | 117 | 130 | 50 | - | 73 | 80 | 90 | 96 | 106 | 108 | 118 | 127 | 133 | 145 | 160 | 70 | - | - | 116 | 122 | 136 | 139 | 151 | 162 | 170 | 187 | 206 | - | 95 | - | - | - | 140 | 148 | 167 | 169 | 183 | 197 | 207 | 230 | 251 | 120 | - | - | - | 162 | 171 | 193 | 196,5 | 213 | 228 | 239 | 269 | 293 | 150 | - | - | - | 187 | 197 | 223 | 227 | 246 | 264 | 277 | 312 | 338 | 185 | - | - | - | 212 | 225 | 236 | 259 | 281 | 301 | 316 | 359 | 388 | 240 | - | - | - | 248 | 265 | 300 | 306 | 332 | 355 | 372 | 429 | 461 | Cu: D <sub>20°</sub> = 1/56 |  | Al: D <sub>20°</sub> = 1/35 |  | D <sub>20°</sub> = 1,2 D <sub>20°</sub> |  |  |  | D <sub>90°</sub> = 1,28 D <sub>20°</sub> |  |  |  |  |  | B: 5-l <sub>a</sub> |  | C: 10-l <sub>a</sub> |  | D: 20-l <sub>a</sub> |  | K = l-v/S |  | Cu: 115 / 103 |  | Al: 76 / 68 |  | Cu: 143 |  | Al: 94 |  |
| Número de conductores                                                                                   |                                                                                     | Tipo de aislamiento                             |            |                                         |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 1                                                                                                       | 2                                                                                   | 3                                               | 4          | 5                                       | 6          | 7                     | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 9                                                    | 10   | 11          | 12  | 13      |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| <b>Cobre</b>                                                                                            |                                                                                     |                                                 |            |                                         |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 1,5                                                                                                     | 11                                                                                  | 11,5                                            | 13         | 13,5                                    | 15         | 16                    | 16,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 19                                                   | 20   | 21          | 24  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 2,5                                                                                                     | 15                                                                                  | 16                                              | 17,5       | 18,5                                    | 21         | 22                    | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 26                                                   | 26,5 | 29          | 33  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 4                                                                                                       | 20                                                                                  | 21                                              | 23         | 24                                      | 27         | 30                    | 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 34                                                   | 36   | 38          | 45  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 6                                                                                                       | 25                                                                                  | 27                                              | 30         | 32                                      | 36         | 37                    | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 44                                                   | 46   | 49          | 57  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 10                                                                                                      | 34                                                                                  | 37                                              | 40         | 44                                      | 50         | 52                    | 54                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 60                                                   | 65   | 68          | 76  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 16                                                                                                      | 45                                                                                  | 49                                              | 54         | 59                                      | 66         | 70                    | 73                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 81                                                   | 87   | 91          | 105 | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 25                                                                                                      | 59                                                                                  | 64                                              | 70         | 77                                      | 84         | 88                    | 95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 103                                                  | 110  | 116         | 123 | 140     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 35                                                                                                      | -                                                                                   | 77                                              | 86         | 96                                      | 104        | 110                   | 119                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 127                                                  | 137  | 144         | 154 | 174     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 50                                                                                                      | -                                                                                   | 94                                              | 103        | 117                                     | 125        | 133                   | 145                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 155                                                  | 167  | 175         | 188 | 210     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 70                                                                                                      | -                                                                                   | -                                               | 149        | 160                                     | 171        | 185                   | 199                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 214                                                  | 224  | 244         | 269 | 299     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 95                                                                                                      | -                                                                                   | -                                               | -          | 180                                     | 194        | 207                   | 224                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 241                                                  | 259  | 271         | 296 | 327     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 120                                                                                                     | -                                                                                   | -                                               | -          | -                                       | 208        | 225                   | 240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 260                                                  | 280  | 301         | 314 | 348     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 150                                                                                                     | -                                                                                   | -                                               | -          | -                                       | 236        | 260                   | 278                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 299                                                  | 322  | 343         | 363 | 404     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 185                                                                                                     | -                                                                                   | -                                               | -          | -                                       | 268        | 297                   | 317                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 341                                                  | 368  | 391         | 415 | 464     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 240                                                                                                     | -                                                                                   | -                                               | -          | -                                       | 315        | 350                   | 374                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 401                                                  | 435  | 468         | 490 | 552     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| <b>Aluminio</b>                                                                                         |                                                                                     |                                                 |            |                                         |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 2,5                                                                                                     | 11,5                                                                                | 12                                              | 13,5       | 14                                      | 16         | 17                    | 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 20                                                   | 20   | 22          | 25  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 4                                                                                                       | 15                                                                                  | 16                                              | 18,5       | 19                                      | 22         | 24                    | 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 26,5                                                 | 27,5 | 29          | 35  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 6                                                                                                       | 20                                                                                  | 21                                              | 24         | 25                                      | 28         | 30                    | 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 33                                                   | 36   | 38          | 45  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 10                                                                                                      | 27                                                                                  | 28                                              | 32         | 34                                      | 38         | 42                    | 42                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 46                                                   | 50   | 53          | 61  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 16                                                                                                      | 36                                                                                  | 38                                              | 42         | 46                                      | 51         | 56                    | 57                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 63                                                   | 66   | 70          | 83  | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 25                                                                                                      | 46                                                                                  | 50                                              | 54         | 61                                      | 64         | 71                    | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 78                                                   | 84   | 88          | 94  | 105     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 35                                                                                                      | -                                                                                   | 61                                              | 67         | 75                                      | 78         | 88                    | 89                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 97                                                   | 104  | 109         | 117 | 130     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 50                                                                                                      | -                                                                                   | 73                                              | 80         | 90                                      | 96         | 106                   | 108                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 118                                                  | 127  | 133         | 145 | 160     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 70                                                                                                      | -                                                                                   | -                                               | 116        | 122                                     | 136        | 139                   | 151                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 162                                                  | 170  | 187         | 206 | -       |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 95                                                                                                      | -                                                                                   | -                                               | -          | 140                                     | 148        | 167                   | 169                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 183                                                  | 197  | 207         | 230 | 251     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 120                                                                                                     | -                                                                                   | -                                               | -          | 162                                     | 171        | 193                   | 196,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 213                                                  | 228  | 239         | 269 | 293     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 150                                                                                                     | -                                                                                   | -                                               | -          | 187                                     | 197        | 223                   | 227                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 246                                                  | 264  | 277         | 312 | 338     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 185                                                                                                     | -                                                                                   | -                                               | -          | 212                                     | 225        | 236                   | 259                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 281                                                  | 301  | 316         | 359 | 388     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| 240                                                                                                     | -                                                                                   | -                                               | -          | 248                                     | 265        | 300                   | 306                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 332                                                  | 355  | 372         | 429 | 461     |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| Cu: D <sub>20°</sub> = 1/56                                                                             |                                                                                     | Al: D <sub>20°</sub> = 1/35                     |            | D <sub>20°</sub> = 1,2 D <sub>20°</sub> |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | D <sub>90°</sub> = 1,28 D <sub>20°</sub>             |      |             |     |         |  |        |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |
| B: 5-l <sub>a</sub>                                                                                     |                                                                                     | C: 10-l <sub>a</sub>                            |            | D: 20-l <sub>a</sub>                    |            | K = l-v/S             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Cu: 115 / 103                                        |      | Al: 76 / 68 |     | Cu: 143 |  | Al: 94 |  |  |  |  |  |                       |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |  |                             |  |                                         |  |  |  |                                          |  |  |  |  |  |                     |  |                      |  |                      |  |           |  |               |  |             |  |         |  |        |  |

Fuente: UNE 20460-5-523

Se ha tenido en cuenta para la elección que el cable requerido pertenece al grupo de conductores aislados de cobre en un conducto sobre una pared de mampostería. El aislamiento es de PVC, por lo que la sección del cable elegida ha sido 2,5 mm<sup>2</sup> puesto que es la sección mínima contemplada por normativa.

Como comprobación de que el cable seleccionado es adecuado, se ha calculado la caída de tensión, debiendo ser esta menor a un 3%.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde:

e es la caída de tensión (V)

l es la longitud del cable (m)

P es la potencia de las luminarias (VA)

γ es la conductividad del cobre (a 20°C es de 56 m/Ω·mm<sup>2</sup>)

S es la sección del cable (mm<sup>2</sup>)

U es la tensión de la línea monofásica (V)

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Sustituyendo los datos anteriormente citados en la fórmula, obtenemos:

$$e = \frac{2 \cdot 15 \cdot 699,84}{56 \cdot 2,5 \cdot 230} = 0,652 V$$

Calculando en porcentaje:

$$e = \frac{0,652}{230} \cdot 100 = 0,283 \% < 3\%$$

Por lo que se verifica que el cable seleccionado es adecuado para la instalación planteada.

### 3.3.3. ILUMINACIÓN DEL SERVICIO Y EL VESTUARIO

Ambas estancias cuentan con una superficie de 2x5 metros, teniendo las mismas necesidades de iluminación (100 lux), por lo que el cálculo de ambas instalaciones será análogo.

Se ha tenido en cuenta que la superficie de las estancias son 10 m<sup>2</sup> y que la altura es de 3,5. Los colores interiores son:

- Techo: blanco (0,8)
- Pared: blanca (0,8)
- Suelo: medio (0,3)
- Nivel de mantenimiento de lámparas y focal: limpio (0,8)

Los siguientes cálculos se han realizado a partir de los datos anteriores:

- *ALTURA DE LAS LUMINARIAS:*

Las luminarias irán empotradas en el techo, con una altura de 3,5 metros.

- *FLUJO LUMINOSO (Ft):*

La fórmula para el cálculo del flujo luminoso es la siguiente:

$$Ft = \frac{E_m \cdot S}{N_l \cdot N_r \cdot f_m}$$

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Donde:

“E<sub>m</sub>” es el número de lux necesarios

“S” es la superficie del espacio

“N<sub>i</sub>” es la altura de trabajo

“N<sub>r</sub>” es el rendimiento del local

“F<sub>m</sub>” es el nivel de mantenimiento de las lámparas

Sabiendo que el rendimiento del local es de 0,94 (dato obtenido de tablas de rendimiento), podemos calcular el flujo luminoso:

$$F_t = \frac{100 \cdot 10}{3,5 \cdot 0,5 \cdot 0,8} = 714,28 \text{ lm}$$

### - NÚMERO DE LUMINARIAS:

Para poder conocer el número de luminarias que van a ser necesarias, hemos de seleccionar el modelo de luminaria que se va a instalar. En este caso, la luminaria seleccionada ha sido:

Tabla 66: Características de las luminarias instaladas

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| <b>Modelo</b>         | CASTAN AV-436 |
| <b>Potencia</b>       | 36 W          |
| <b>Flujo luminoso</b> | 2.000 lm      |

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el número de luminarias necesarias, se va a emplear la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{F_t}{F_l} = \frac{714,28}{2.000} = 0,357 = 1 \text{ luminaria}$$

Se ha elegido colocar un total de 2 luminarias, 1 para el servicio y 1 para el vestuario.

### 3.3.4. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DEL SERVICIO Y EL VESTUARIO

Tanto en el servicio como en el vestuario se ha colocado una luminaria de 36 W de potencia. Suponiendo un  $\cos \phi$  de 0,9 (factor de potencia típico del tipo de luminarias seleccionado), en primer lugar, debemos pasar la potencia a voltamperios, tal y como se observa en la siguiente ecuación:

$$P = 1,8 \cdot (1 \cdot 36) \cdot 0,9 = 58,32 \text{ V A}$$

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

El valor 1,8 es constante, siendo establecido por normativa. El resto de los valores representan: 1 luminaria, 36 W de potencia de cada luminaria y  $\cos \varphi$  de 0,9.

Conocida la potencia, la tensión (230 V por ser línea monofásica) y  $\cos \varphi$ , se calcula la intensidad siguiendo la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{58,32}{230 \cdot 0,9} = 0,282 \text{ A}$$

Posteriormente, se ha calculado la intensidad de diseño, teniendo en cuenta el factor de corrección por temperatura, suponiendo una temperatura media de 20°C y un aislamiento de PVC; y el factor de corrección del cable, suponiendo una disposición de estos en una única capa sobre superficie sin perforar.

Tabla 16: Factores de corrección en función de la temperatura ambiente

| Temperatura ambiente<br>°C | Aislamiento |            |                                                   |                                    |
|----------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
|                            | PVC         | XLPE y EPR | Mineral*                                          |                                    |
|                            |             |            | Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C | Cable desnudo e inaccesible 105 °C |
| 10                         | 1,22        | 1,15       | 1,26                                              | 1,14                               |
| 15                         | 1,17        | 1,12       | 1,20                                              | 1,11                               |
| 20                         | 1,12        | 1,08       | 1,14                                              | 1,07                               |
| 25                         | 1,06        | 1,04       | 1,07                                              | 1,04                               |
| 35                         | 0,94        | 0,96       | 0,93                                              | 0,96                               |
| 40                         | 0,87        | 0,91       | 0,85                                              | 0,92                               |
| 45                         | 0,79        | 0,87       | 0,87                                              | 0,88                               |
| 50                         | 0,71        | 0,82       | 0,67                                              | 0,84                               |
| 55                         | 0,61        | 0,76       | 0,57                                              | 0,80                               |
| 60                         | 0,50        | 0,71       | 0,45                                              | 0,75                               |
| 65                         | -           | 0,65       | -                                                 | 0,70                               |
| 70                         | -           | 0,58       | -                                                 | 0,65                               |
| 75                         | -           | 0,50       | -                                                 | 0,60                               |
| 80                         | -           | 0,41       | -                                                 | 0,54                               |
| 85                         | -           | -          | -                                                 | 0,47                               |
| 90                         | -           | -          | -                                                 | 0,40                               |
| 95                         | -           | -          | -                                                 | 0,32                               |

\* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Fuente: UNE 20460-5-523

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Tabla 17: Factores de corrección del cable

| Punto | Disposición de los cables<br>(En contacto)                        | Número de circuitos o de cables multiconductores |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                                                             |                                  |      | Tablas de los métodos de referencia |
|-------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-------------------------------------|
|       |                                                                   | 1                                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12                                                                                          | 16                               | 20   |                                     |
| 1     | Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados | 1,00                                             | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,45                                                                                        | 0,41                             | 0,38 | 52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F    |
| 2     | Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar           | 1,00                                             | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores | 52 – C1 a 52 – C6 método C       |      |                                     |
| 3     | Capa única fijada bajo techo de madera                            | 0,95                                             | 0,81 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |                                                                                             |                                  |      |                                     |
| 4     | Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical          | 1,00                                             | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |                                                                                             | 52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F |      |                                     |
| 5     | Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.                      | 1,00                                             | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 |                                                                                             |                                  |      |                                     |

NOTA 1 – Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.

NOTA 2 – Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario ningún factor de reducción.

NOTA 3 – Los mismos factores de corrección se aplican:  
 – a los grupos de dos o tres cables unipolares;  
 – a los cables multiconductores.

NOTA 4 – Si un agrupamiento se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores.

NOTA 5 – Si un agrupamiento está formado por  $n$  conductores unipolares cargados, puede ser considerado como  $n/2$  circuitos de dos conductores cargados o como  $n/3$  circuitos de tres conductores cargados.

NOTA 6 – Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas 52 – C1 a 52 – C12, la precisión de los valores tabulados está en un  $\pm 5\%$ .

NOTA 7 – Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no previstos en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas 52 – E4 y 52 – E5.

Fuente: UNE 20460–5–523

El factor de corrección por temperatura sería de 1,12 y el de corrección por cable sería de 1. Aplicando la siguiente fórmula obtenemos:

$$I_d = \frac{I_{real}}{F_{ct} \cdot F_{cc}} = \frac{0,282}{1,12 \cdot 1} = 0,252 \text{ A}$$

Conocida la intensidad de diseño, se procede a la elección del cable, observando la tabla a continuación descrita:

## ANEJO VIII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Tabla 18: Intensidades máximas admisibles para cables conductores

| Instalación de referencia                                                                                                                                                    |                                                                                       | Tabla y columna                                 |            |                      |            | Método de instalación | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|--|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|----|------|----|------|----|----|------|----|----|----|----|---|-----|----|----|------|------|----|----|----|----|------|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|------|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|------|----|----|----|----|------|------|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|---|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                                                                                                                                                              |                                                                                       | Intensidad admisible para los circuitos simples |            |                      |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                              |                                                                                       | Aislamiento PVC                                 |            | Aislamiento XLPE-EPR |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                              |                                                                                       | Número de conductores                           |            |                      |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                              |                                                                                       | 2                                               | 3          | 2                    | 3          |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante                | A1                                              | columna 4  | columna 3            | columna 7  | columna 6             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante                | A2                                              | columna 3  | columna 2            | columna 6  | columna 5             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/ mamp.                  | B1                                              | columna 6  | columna 5            | columna 10 | columna 8             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera/map.                    | B2                                              | columna 5  | columna 4            | columna 8  | columna 7             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Cables unipolares, o multipolares sobre una pared de madera/manp.                     | C                                               | columna 8  | columna 6            | columna 11 | columna 9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Cable multiconductor en conductos enterrados                                          | D                                               | columna 3  | columna 4            | columna 5  | columna 6             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Cable multiconductor al aire libre. Distancia al muro >= a 0,3 veces phi del cable    | E                                               | columna 9  | columna 7            | columna 12 | columna 10            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro >= phi del cable       | F                                               | columna 10 | columna 8            | columna 13 | columna 11            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                             | Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos >= el phi del cable | G                                               | —          | Ver UNE 20460-5-523  | —          | Ver UNE 20460-5-523   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| XLPE: Polietileno reticulado (90 °) • EPR: Etileno-propileno (90 °) • PVC: Policloruro de vinilo (70 °)<br><a href="http://www.tuveras.com">www.tuveras.com</a>              |                                                                                       |                                                 |            |                      |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                              |                                                                                       |                                                 |            |                      |            |                       | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th>S (mm<sup>2</sup>)</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>13</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="14"><b>Cobre</b></td> </tr> <tr> <td>1,5</td> <td>11</td> <td>11,5</td> <td>13</td> <td>13,5</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>16,5</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>24</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17,5</td> <td>18,5</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>26</td> <td>26,5</td> <td>29</td> <td>33</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>31</td> <td>34</td> <td>36</td> <td>38</td> <td>45</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>32</td> <td>36</td> <td>37</td> <td>40</td> <td>44</td> <td>46</td> <td>48</td> <td>57</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>34</td> <td>37</td> <td>40</td> <td>44</td> <td>50</td> <td>52</td> <td>54</td> <td>60</td> <td>65</td> <td>68</td> <td>76</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>45</td> <td>49</td> <td>54</td> <td>59</td> <td>66</td> <td>70</td> <td>73</td> <td>81</td> <td>87</td> <td>91</td> <td>105</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>59</td> <td>64</td> <td>70</td> <td>77</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>95</td> <td>103</td> <td>110</td> <td>116</td> <td>123</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>-</td> <td>77</td> <td>86</td> <td>96</td> <td>104</td> <td>110</td> <td>119</td> <td>127</td> <td>137</td> <td>144</td> <td>154</td> <td>174</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>-</td> <td>94</td> <td>103</td> <td>117</td> <td>125</td> <td>133</td> <td>145</td> <td>155</td> <td>167</td> <td>175</td> <td>188</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>149</td> <td>160</td> <td>171</td> <td>185</td> <td>199</td> <td>214</td> <td>224</td> <td>244</td> <td>269</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>180</td> <td>194</td> <td>207</td> <td>224</td> <td>241</td> <td>259</td> <td>271</td> <td>296</td> <td>327</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>208</td> <td>225</td> <td>240</td> <td>260</td> <td>280</td> <td>301</td> <td>314</td> <td>348</td> <td>380</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>236</td> <td>260</td> <td>278</td> <td>299</td> <td>322</td> <td>343</td> <td>363</td> <td>404</td> <td>438</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>268</td> <td>297</td> <td>317</td> <td>341</td> <td>368</td> <td>391</td> <td>415</td> <td>464</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>315</td> <td>350</td> <td>374</td> <td>401</td> <td>435</td> <td>468</td> <td>490</td> <td>552</td> <td>590</td> </tr> <tr> <td colspan="14"><b>Aluminio</b></td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>11,5</td> <td>12</td> <td>13,5</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>18,5</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>26,5</td> <td>27,5</td> <td>29</td> <td>35</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>28</td> <td>30</td> <td>31</td> <td>33</td> <td>36</td> <td>38</td> <td>45</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>32</td> <td>34</td> <td>38</td> <td>42</td> <td>42</td> <td>46</td> <td>50</td> <td>53</td> <td>61</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>36</td> <td>38</td> <td>42</td> <td>46</td> <td>51</td> <td>56</td> <td>57</td> <td>63</td> <td>66</td> <td>70</td> <td>83</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>46</td> <td>50</td> <td>54</td> <td>61</td> <td>64</td> <td>71</td> <td>72</td> <td>78</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>94</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>-</td> <td>61</td> <td>67</td> <td>75</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>89</td> <td>97</td> <td>104</td> <td>109</td> <td>117</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>-</td> <td>73</td> <td>80</td> <td>90</td> <td>96</td> <td>106</td> <td>108</td> <td>118</td> <td>127</td> <td>133</td> <td>145</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>116</td> <td>122</td> <td>136</td> <td>139</td> <td>151</td> <td>162</td> <td>170</td> <td>187</td> <td>206</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>140</td> <td>148</td> <td>167</td> <td>169</td> <td>183</td> <td>197</td> <td>207</td> <td>230</td> <td>251</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>162</td> <td>171</td> <td>193</td> <td>196,5</td> <td>213</td> <td>228</td> <td>239</td> <td>269</td> <td>293</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>187</td> <td>197</td> <td>223</td> <td>227</td> <td>246</td> <td>264</td> <td>277</td> <td>312</td> <td>338</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>212</td> <td>225</td> <td>236</td> <td>259</td> <td>281</td> <td>301</td> <td>316</td> <td>359</td> <td>388</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>248</td> <td>265</td> <td>300</td> <td>306</td> <td>332</td> <td>355</td> <td>372</td> <td>429</td> <td>461</td> </tr> </tbody> </table> |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  | S (mm <sup>2</sup> ) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | <b>Cobre</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 21 | 24 | - | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | 23 | 26 | 26,5 | 29 | 33 | - | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 45 | - | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | 40 | 44 | 46 | 48 | 57 | - | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | 54 | 60 | 65 | 68 | 76 | - | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 105 | - | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 95 | 103 | 110 | 116 | 123 | 140 | 35 | - | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 127 | 137 | 144 | 154 | 174 | 50 | - | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 155 | 167 | 175 | 188 | 210 | 70 | - | - | - | 149 | 160 | 171 | 185 | 199 | 214 | 224 | 244 | 269 | 95 | - | - | - | 180 | 194 | 207 | 224 | 241 | 259 | 271 | 296 | 327 | 120 | - | - | - | 208 | 225 | 240 | 260 | 280 | 301 | 314 | 348 | 380 | 150 | - | - | - | 236 | 260 | 278 | 299 | 322 | 343 | 363 | 404 | 438 | 185 | - | - | - | 268 | 297 | 317 | 341 | 368 | 391 | 415 | 464 | 500 | 240 | - | - | - | 315 | 350 | 374 | 401 | 435 | 468 | 490 | 552 | 590 | <b>Aluminio</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,5 | 11,5 | 12 | 13,5 | 14 | 16 | 17 | 18 | 20 | 20 | 22 | 25 | - | 4 | 15 | 16 | 18,5 | 19 | 22 | 24 | 24 | 26,5 | 27,5 | 29 | 35 | - | 6 | 20 | 21 | 24 | 25 | 28 | 30 | 31 | 33 | 36 | 38 | 45 | - | 10 | 27 | 28 | 32 | 34 | 38 | 42 | 42 | 46 | 50 | 53 | 61 | - | 16 | 36 | 38 | 42 | 46 | 51 | 56 | 57 | 63 | 66 | 70 | 83 | - | 25 | 46 | 50 | 54 | 61 | 64 | 71 | 72 | 78 | 84 | 88 | 94 | 105 | 35 | - | 61 | 67 | 75 | 78 | 88 | 89 | 97 | 104 | 109 | 117 | 130 | 50 | - | 73 | 80 | 90 | 96 | 106 | 108 | 118 | 127 | 133 | 145 | 160 | 70 | - | - | - | 116 | 122 | 136 | 139 | 151 | 162 | 170 | 187 | 206 | 95 | - | - | - | 140 | 148 | 167 | 169 | 183 | 197 | 207 | 230 | 251 | 120 | - | - | - | 162 | 171 | 193 | 196,5 | 213 | 228 | 239 | 269 | 293 | 150 | - | - | - | 187 | 197 | 223 | 227 | 246 | 264 | 277 | 312 | 338 | 185 | - | - | - | 212 | 225 | 236 | 259 | 281 | 301 | 316 | 359 | 388 | 240 | - | - | - | 248 | 265 | 300 | 306 | 332 | 355 | 372 | 429 | 461 |
| S (mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                         | 2                                                                                     | 3                                               | 4          | 5                    | 6          | 7                     | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9    | 10   | 11  | 12  | 13  |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Cobre</b>                                                                                                                                                                 |                                                                                       |                                                 |            |                      |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 1,5                                                                                                                                                                          | 11                                                                                    | 11,5                                            | 13         | 13,5                 | 15         | 16                    | 16,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 19   | 20   | 21  | 24  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2,5                                                                                                                                                                          | 15                                                                                    | 16                                              | 17,5       | 18,5                 | 21         | 22                    | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 26   | 26,5 | 29  | 33  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4                                                                                                                                                                            | 20                                                                                    | 21                                              | 23         | 24                   | 27         | 30                    | 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 34   | 36   | 38  | 45  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6                                                                                                                                                                            | 25                                                                                    | 27                                              | 30         | 32                   | 36         | 37                    | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 44   | 46   | 48  | 57  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 10                                                                                                                                                                           | 34                                                                                    | 37                                              | 40         | 44                   | 50         | 52                    | 54                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 60   | 65   | 68  | 76  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 16                                                                                                                                                                           | 45                                                                                    | 49                                              | 54         | 59                   | 66         | 70                    | 73                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 81   | 87   | 91  | 105 | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 25                                                                                                                                                                           | 59                                                                                    | 64                                              | 70         | 77                   | 84         | 88                    | 95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 103  | 110  | 116 | 123 | 140 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 35                                                                                                                                                                           | -                                                                                     | 77                                              | 86         | 96                   | 104        | 110                   | 119                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 127  | 137  | 144 | 154 | 174 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 50                                                                                                                                                                           | -                                                                                     | 94                                              | 103        | 117                  | 125        | 133                   | 145                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 155  | 167  | 175 | 188 | 210 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 70                                                                                                                                                                           | -                                                                                     | -                                               | -          | 149                  | 160        | 171                   | 185                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 199  | 214  | 224 | 244 | 269 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 95                                                                                                                                                                           | -                                                                                     | -                                               | -          | 180                  | 194        | 207                   | 224                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 241  | 259  | 271 | 296 | 327 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 120                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | -                                               | -          | 208                  | 225        | 240                   | 260                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 280  | 301  | 314 | 348 | 380 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 150                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | -                                               | -          | 236                  | 260        | 278                   | 299                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 322  | 343  | 363 | 404 | 438 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 185                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | -                                               | -          | 268                  | 297        | 317                   | 341                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 368  | 391  | 415 | 464 | 500 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 240                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | -                                               | -          | 315                  | 350        | 374                   | 401                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 435  | 468  | 490 | 552 | 590 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Aluminio</b>                                                                                                                                                              |                                                                                       |                                                 |            |                      |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2,5                                                                                                                                                                          | 11,5                                                                                  | 12                                              | 13,5       | 14                   | 16         | 17                    | 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 20   | 20   | 22  | 25  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4                                                                                                                                                                            | 15                                                                                    | 16                                              | 18,5       | 19                   | 22         | 24                    | 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 26,5 | 27,5 | 29  | 35  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6                                                                                                                                                                            | 20                                                                                    | 21                                              | 24         | 25                   | 28         | 30                    | 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 33   | 36   | 38  | 45  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 10                                                                                                                                                                           | 27                                                                                    | 28                                              | 32         | 34                   | 38         | 42                    | 42                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 46   | 50   | 53  | 61  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 16                                                                                                                                                                           | 36                                                                                    | 38                                              | 42         | 46                   | 51         | 56                    | 57                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 63   | 66   | 70  | 83  | -   |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 25                                                                                                                                                                           | 46                                                                                    | 50                                              | 54         | 61                   | 64         | 71                    | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 78   | 84   | 88  | 94  | 105 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 35                                                                                                                                                                           | -                                                                                     | 61                                              | 67         | 75                   | 78         | 88                    | 89                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 97   | 104  | 109 | 117 | 130 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 50                                                                                                                                                                           | -                                                                                     | 73                                              | 80         | 90                   | 96         | 106                   | 108                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 118  | 127  | 133 | 145 | 160 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 70                                                                                                                                                                           | -                                                                                     | -                                               | -          | 116                  | 122        | 136                   | 139                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 151  | 162  | 170 | 187 | 206 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 95                                                                                                                                                                           | -                                                                                     | -                                               | -          | 140                  | 148        | 167                   | 169                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 183  | 197  | 207 | 230 | 251 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 120                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | -                                               | -          | 162                  | 171        | 193                   | 196,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 213  | 228  | 239 | 269 | 293 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 150                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | -                                               | -          | 187                  | 197        | 223                   | 227                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 246  | 264  | 277 | 312 | 338 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 185                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | -                                               | -          | 212                  | 225        | 236                   | 259                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 281  | 301  | 316 | 359 | 388 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 240                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | -                                               | -          | 248                  | 265        | 300                   | 306                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 332  | 355  | 372 | 429 | 461 |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Cu:</b> D <sub>20°</sub> = 1/56 <b>Al:</b> D <sub>20°</sub> = 1/35 <b>D<sub>20°</sub> = 1,2 · D<sub>20°</sub></b> <b>D<sub>30°</sub> = 1,28 · D<sub>20°</sub></b>         |                                                                                       |                                                 |            |                      |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>B:</b> 5-1 <sub>n</sub> <b>C:</b> 10-1 <sub>n</sub> <b>D:</b> 20-1 <sub>n</sub> <b>K = I · U · S</b> <b>Cu:</b> 115 / 103 <b>Al:</b> 76 / 68 <b>Cu:</b> 143 <b>Al:</b> 94 |                                                                                       |                                                 |            |                      |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |      |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |    |      |    |      |    |    |      |    |    |    |    |   |     |    |    |      |      |    |    |    |    |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |      |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Fuente: UNE 20460-5-523

Se ha tenido en cuenta para la elección que el cable requerido pertenece al grupo de conductores aislados de cobre en un conducto sobre una pared de mampostería. El aislamiento es de PVC, por lo que la sección del cable elegida ha sido 2,5 mm<sup>2</sup> puesto que es la sección mínima contemplada por normativa.

Como comprobación de que el cable seleccionado es adecuado, se ha calculado la caída de tensión, debiendo ser esta menor a un 3%.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde:

e es la caída de tensión (V)

l es la longitud del cable (m)

P es la potencia de las luminarias (VA)

γ es la conductividad del cobre (a 20°C es de 56 m/Ω·mm<sup>2</sup>)

S es la sección del cable (mm<sup>2</sup>)

U es la tensión de la línea monofásica (V)

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Sustituyendo los datos anteriormente citados en la fórmula, obtenemos:

$$e = \frac{2 \cdot 10 \cdot 58,32}{56 \cdot 2,5 \cdot 230} = 0,036 V$$

Calculando en porcentaje:

$$e = \frac{0,036}{230} \cdot 100 = 0,015 \% < 3\%$$

Por lo que se verifica que el cable seleccionado es adecuado para la instalación planteada.

## 4. PROGRAMACIÓN

### 4.1. DIAGRAMA DE GANTT

Para determinar el momento y el orden de realización de las distintas intervenciones en la obra, se realiza un diagrama de Gantt, en el que se precisa el momento de realización de cada una de las operaciones por semanas.

Tabla 19: Diagrama de Gantt

| Tarea                  | Número de semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                        | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Permisos y licencias   | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Replanteo              |                  |   |   |   |   |   | ■ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Movimiento de tierras  |                  |   |   |   |   |   | ■ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Excavaciones           |                  |   |   |   |   |   | ■ | ■ | ■ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Cimentación            |                  |   |   |   |   |   |   |   |   | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Solera                 |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Estructura             |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |
| Cubierta               |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | ■  |    |    |    |    |    |
| Instalación hidráulica |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | ■  |    |    |    |    |
| Instalación eléctrica  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | ■  |    |    |    |
| Iluminación            |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  |    |    |
| Instalación maquinaria |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  |
| Puesta en marcha       |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  |

Fuente: Elaboración propia

## **5. CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS**

El siguiente documento detalla si la estructura cumple o no con los requisitos del CTE. Podemos comprobar que todos los elementos cumplen.

Incluye la normativa aplicada a la hora de hacer los cálculos, datos generales de la obra y materiales utilizados.

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

## Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5.00 m

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.07 kN/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga del cerramiento: 0.30 kN/m<sup>2</sup>

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 0.07 kN/m<sup>2</sup>

## Normas y combinaciones

|                      |                                                |
|----------------------|------------------------------------------------|
| Perfiles conformados | EC<br>Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Perfiles laminados   | EC<br>Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Desplazamientos      | Acciones características                       |

## Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: A

Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos

Periodo de servicio (años): 50

Profundidad nave industrial: 40.00

Con huecos:

- Área izquierda: 0.00

- Altura izquierda: 0.00

- Área derecha: 0.00

- Altura derecha: 0.00

- Área frontal: 48.00

- Altura frontal: 2.00

- Área trasera: 0.00

- Altura trasera: 0.00

- 1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 3 - V(0°) H3: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 4 - V(0°) H4: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- 5 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 6 - V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 7 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 8 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 9 - V(180°) H3: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 10 - V(180°) H4: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- 11 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior
- 12 - V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

## Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 2

Altitud topográfica: 895.00 m

Cubierta sin resaltos

Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

- 1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
- 2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
- 3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

## Aceros en perfiles

| Tipo acero     | Acero               | Lim. elástico MPa | Módulo de elasticidad GPa |
|----------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| Acero laminado | S 275 (EN 1993-1-1) | 275               | 210                       |
|                | Fe 360              | 235               | 210                       |

| Datos de pórticos |               |                                                                                                                             |                |
|-------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Pórtico           | Tipo exterior | Geometría                                                                                                                   | Tipo interior  |
| 1                 | Dos aguas     | Luz izquierda: 10.00 m<br>Luz derecha: 10.00 m<br>Alero izquierdo: 6.00 m<br>Alero derecho: 6.00 m<br>Altura cumbre: 7.00 m | Pórtico rígido |

## Cargas en barras

### Pórtico 1

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.49 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.53 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 2.12 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 0.74 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 0.35 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 0.74 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 0.35 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 2.07 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 1.13 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.49 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 0.74 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 0.35 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 0.74 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 0.35 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.53 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 2.12 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 2.07 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 1.13 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 0.56 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 1.30 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 1.30 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 1.71 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H1  | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 1.41 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 1.71 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 1.41 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 0.40 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.32 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.26 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.32 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.26 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 2.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 1.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 1.60 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 0.56 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.32 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.26 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.32 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.26 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 1.71 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H1  | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 1.41 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 1.71 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 1.41 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 0.40 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 1.30 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 1.30 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 2.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 1.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 1.60 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

### Pórtico 2

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 3.88 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 3.07 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.14 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 3.88 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 3.07 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.14 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 0.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H1  | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 0.23 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.91 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 0.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 0.23 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 2.10 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 0.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H1  | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 0.23 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.91 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 0.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 0.23 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 2.10 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

### Pórtico 3

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 3.57 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 2.76 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.14 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 3.57 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 2.76 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.14 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.70 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.89 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.70 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.89 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

### Pórtico 4

| Barra | Hipótesis | Tipo     | Posición | Valor     | Orientación             |
|-------|-----------|----------|----------|-----------|-------------------------|
| Pilar | G         | Uniforme | ---      | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.68 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.87 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.14 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.68 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.87 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.14 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

### Pórtico 5

| Barra | Hipótesis  | Tipo     | Posición | Valor     | Orientación              |
|-------|------------|----------|----------|-----------|--------------------------|
| Pilar | G          | Uniforme | ---      | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar | V(0°) H1   | Uniforme | ---      | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(0°) H2   | Uniforme | ---      | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(0°) H3   | Uniforme | ---      | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(0°) H4   | Uniforme | ---      | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(90°) H1  | Uniforme | ---      | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(90°) H2  | Uniforme | ---      | 1.44 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(180°) H1 | Uniforme | ---      | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(180°) H2 | Uniforme | ---      | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(180°) H3 | Uniforme | ---      | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(180°) H4 | Uniforme | ---      | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(270°) H1 | Uniforme | ---      | 4.14 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.44 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.14 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

### Pórtico 6

| Barra | Hipótesis  | Tipo     | Posición | Valor     | Orientación              |
|-------|------------|----------|----------|-----------|--------------------------|
| Pilar | G          | Uniforme | ---      | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar | V(0°) H1   | Uniforme | ---      | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(0°) H2   | Uniforme | ---      | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(0°) H3   | Uniforme | ---      | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(0°) H4   | Uniforme | ---      | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(90°) H1  | Uniforme | ---      | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(90°) H2  | Uniforme | ---      | 1.44 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(180°) H1 | Uniforme | ---      | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(180°) H2 | Uniforme | ---      | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(180°) H3 | Uniforme | ---      | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(180°) H4 | Uniforme | ---      | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(270°) H1 | Uniforme | ---      | 4.58 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(270°) H2 | Uniforme | ---      | 2.68 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | G          | Uniforme | ---      | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar | V(0°) H1   | Uniforme | ---      | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(0°) H2   | Uniforme | ---      | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(0°) H3   | Uniforme | ---      | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(0°) H4   | Uniforme | ---      | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(90°) H1  | Uniforme | ---      | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(90°) H2  | Uniforme | ---      | 1.44 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar | V(180°) H1 | Uniforme | ---      | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(180°) H2 | Uniforme | ---      | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(180°) H3 | Uniforme | ---      | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.58 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.68 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.56 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

### Pórtico 7

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.44 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 5.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 3.57 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.44 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 5.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 3.57 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.70 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.70 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

### Pórtico 8

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.44 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 5.78 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 3.88 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.98 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 1.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 0.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.44 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 5.38 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 5.78 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 3.88 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 0.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H1 | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 0.23 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 0.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 0.23 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.91 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 1.12 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 2.51 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 2.67 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 1.86 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 5.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 2.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.06 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.17 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 0.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H1 | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 0.23 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 4.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 0.28 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 0.23 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.91 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 6.42 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

### Pórtico 9

| Barra | Hipótesis | Tipo     | Posición | Valor     | Orientación             |
|-------|-----------|----------|----------|-----------|-------------------------|
| Pilar | G         | Uniforme | ---      | 0.49 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | V(0°) H1  | Uniforme | ---      | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 2.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 2.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 1.13 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 0.72 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 0.74 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 0.35 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 0.74 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 0.35 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 3.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.53 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | G          | Uniforme | ---           | 0.49 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H1   | Uniforme | ---           | 0.74 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 0.35 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(0°) H3   | Uniforme | ---           | 0.74 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 0.35 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 1.13 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 0.72 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(180°) H1 | Uniforme | ---           | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 2.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H3 | Uniforme | ---           | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 2.69 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar    | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 3.47 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Pilar    | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 2.53 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 0.56 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 1.30 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 1.30 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 1.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 0.93 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.32 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.26 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.32 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.26 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 1.71 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Barra    | Hipótesis  | Tipo     | Posición      | Valor     | Orientación              |
|----------|------------|----------|---------------|-----------|--------------------------|
| Cubierta | V(270°) H1 | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 1.41 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 1.76 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 1.71 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 1.41 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 1.60 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | G          | Uniforme | ---           | 0.56 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.32 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H1   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.26 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.32 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H2   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 0.26 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H2   | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H3   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.00/0.86 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Faja     | 0.86/1.00 (R) | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(0°) H4   | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(90°) H1  | Uniforme | ---           | 1.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(90°) H2  | Uniforme | ---           | 0.93 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H1 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 1.30 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 1.30 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(180°) H2 | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H3 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.00/0.14 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Faja     | 0.14/1.00 (R) | 0.03 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(180°) H4 | Uniforme | ---           | 1.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | V(270°) H1 | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 1.71 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H1 | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 1.41 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H1 | Uniforme | ---           | 1.76 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Faja     | 0.00/0.35 (R) | 1.71 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Faja     | 0.35/1.00 (R) | 1.41 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | V(270°) H2 | Uniforme | ---           | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00)  |
| Cubierta | N(EI)      | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 1     | Uniforme | ---           | 3.21 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |
| Cubierta | N(R) 2     | Uniforme | ---           | 1.60 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00)  |

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.

EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

| Datos de correas de cubierta |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| Descripción de correas       | Parámetros de cálculo      |
| Tipo de perfil: IPE 180      | Límite flecha: L / 250     |
| Separación: 1.20 m           | Número de vanos: Dos vanos |

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

| Datos de correas de cubierta      |                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| Descripción de correas            | Parámetros de cálculo                     |
| Tipo de Acero: S275 (EN 1993-1-1) | Tipo de fijación: Cubierta no colaborante |

Comprobación de resistencia

| Comprobación de resistencia                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.<br>Aprovechamiento: 68.68 % |

Barra pésima en cubierta

| Perfil: IPE 180<br>Material: S 275 (EN 1993-1-1)                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |              |                         |                                                  |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------|----------|----------|-------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------|-------|---------|--------|----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|---|--|-------|--|
|                                                                                                                                                                                                                  | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th>I<sub>y</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>z</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>t</sub><sup>(2)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9.403, 40.000, 6.940</td> <td>9.403, 35.000, 6.940</td> <td>5.000</td> <td>23.90</td> <td>1317.00</td> <td>101.00</td> <td>4.73</td> </tr> </tbody> </table>                                             | Nudos                |              | Longitud (m)            | Características mecánicas                        |                                                  |                                                  |          | Inicial  | Final    | Área (cm <sup>2</sup> ) | I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | 9.403, 40.000, 6.940 | 9.403, 35.000, 6.940 | 5.000 | 23.90 | 1317.00 | 101.00 | 4.73           |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                  | Nudos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                      | Longitud (m) |                         | Características mecánicas                        |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                  | Inicial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Final                |              | Área (cm <sup>2</sup> ) | I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> ) |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                  | 9.403, 40.000, 6.940                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 9.403, 35.000, 6.940 | 5.000        | 23.90                   | 1317.00                                          | 101.00                                           | 4.73                                             |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                  | <p>Notas:</p> <p><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado</p> <p><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                      |              |                         |                                                  |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                  | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\beta</math></td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>L<sub>k</sub></td> <td>5.000</td> <td>5.000</td> <td>5.000</td> <td>5.000</td> </tr> <tr> <td>C<sub>m</sub></td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.492</td> <td>1.492</td> </tr> <tr> <td>C<sub>t</sub></td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table> |                      | Pandeo       |                         | Pandeo lateral                                   |                                                  | Plano XY                                         | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | $\beta$                 | 1.00                                             | 1.00                                             | 1.00                                             | 1.00                 | L <sub>k</sub>       | 5.000 | 5.000 | 5.000   | 5.000  | C <sub>m</sub> | 1.000 | 1.000 | 1.492 | 1.492 | C <sub>t</sub> | - |  | 1.000 |  |
|                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      | Pandeo       |                         | Pandeo lateral                                   |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Plano XY             | Plano XZ     | Ala sup.                | Ala inf.                                         |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                  | $\beta$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.00                 | 1.00         | 1.00                    | 1.00                                             |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                  | L <sub>k</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5.000                | 5.000        | 5.000                   | 5.000                                            |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
| C <sub>m</sub>                                                                                                                                                                                                   | 1.000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.000                | 1.492        | 1.492                   |                                                  |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
| C <sub>t</sub>                                                                                                                                                                                                   | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      | 1.000        |                         |                                                  |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |
| <p>Notación:</p> <p>b: Coeficiente de pandeo</p> <p>L<sub>k</sub>: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos</p> <p>C<sub>t</sub>: Factor de modificación para el momento crítico</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |              |                         |                                                  |                                                  |                                                  |          |          |          |                         |                                                  |                                                  |                                                  |                      |                      |       |       |         |        |                |       |       |       |       |                |   |  |       |  |

| Barra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)          |                                               |                                               |                         |                        |                        |                        |                               |                               |                         |                                  |                        |                               |                               | Estado             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $\lambda_w$                                              | N <sub>t</sub>                                | N <sub>c</sub>                                | M <sub>y</sub>          | M <sub>z</sub>         | V <sub>z</sub>         | V <sub>y</sub>         | M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> | NM,M <sub>z</sub>       | NM,M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>t</sub>         | M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> |                    |
| Barra en cubierta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | x: 0.833 m<br>$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$<br>Cumple | N <sub>Ed</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(1)</sup> | N <sub>Ed</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | x: 5 m<br>$\eta = 61.4$ | x: 5 m<br>$\eta = 8.7$ | x: 5 m<br>$\eta = 5.6$ | x: 5 m<br>$\eta = 0.3$ | x: 0.833 m<br>$\eta < 0.1$    | x: 0.833 m<br>$\eta < 0.1$    | x: 5 m<br>$\eta = 68.7$ | x: 0.833 m<br>$\eta < 0.1$       | x: 0 m<br>$\eta = 5.8$ | x: 5 m<br>$\eta = 5.8$        | x: 5 m<br>$\eta = 0.4$        | CUMPLE<br>h = 68.7 |
| <p>Notación:</p> <p>λ<sub>w</sub>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción</p> <p>N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión</p> <p>M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z</p> <p>V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y</p> <p>M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM,M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM,M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión</p> <p>M<sub>t</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> |                                                          |                                               |                                               |                         |                        |                        |                        |                               |                               |                         |                                  |                        |                               |                               |                    |

Producido por una versión educativa de CYPE

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

## Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

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

30.94 ≤ 250.32 ✓

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$  : 164.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 5.30 mm

$A_w$ : Área del alma.

$A_w$  : 8.69 cm<sup>2</sup>

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

$A_{fc,ef}$  : 7.28 cm<sup>2</sup>

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

$k$  : 0.30

$E$ : Módulo de elasticidad.

$E$  : 210000 MPa

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

$f_{yf}$  : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

## Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

## Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

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

## Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.219 ✓

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

$\eta$  : 0.614 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 9.403, 35.000, 6.940, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*N(R) 2 + 0.90\*V(180°) H2.

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

$M_{Ed}^-$  : 10.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 45.65 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,y}$  : 166.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 275.00 MPa

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

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

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

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

$M_{b,Rd}$  : 16.29 kN·m

Donde:

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

$W_{pl,y}$  : 166.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 275.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

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

$\gamma_{M1}$  : 1.00

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

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$\chi_{LT}$  : 0.36

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$\Phi_{LT}$  : 1.82

$\alpha_{LT}$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_{LT}$  : 0.21

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

$\bar{\lambda}_{LT}$  : 1.54

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

$M_{cr}$  : 19.30 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral ' $M_{cr}$ ' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[ \left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 \right]^{0.5} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right\}$$

Siendo:

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

$I_z$  : 101.00 cm<sup>4</sup>

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t$  : 4.73 cm<sup>4</sup>

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$I_w$  : 7430.00 cm<sup>6</sup>

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

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

$L_c^+$  : 5.000 m

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

$L_c^-$  : 5.000 m

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

$C_1$  : 1.00

$C_2$ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$C_2$  : 1.00

$C_3$ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$C_3$  : 1.00

$k_z$ : Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

$k_z$  : 1.00

$k_w$ : Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

$k_w$  : 1.00

$z_g$ : Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.

$z_g$  : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

$z_a$ : Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.

$z_a$  : 0.00 mm

$z_s$ : Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.

$z_s$  : 0.00 mm

$z_j$ : Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.

$z_j$  : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A (y^2 + z^2) \cdot (z/I_y) \cdot dA$$

### Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

$h$  : 0.087 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 9.403, 35.000, 6.940, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*N(R) 2 + 0.90\*V(180°) H2.

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

$M_{Ed}^+$  : 0.83 kN·m

Para flexión negativa:

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

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 9.52 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,z}$  : 34.60 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 275.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

### Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$h$  : 0.056 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 9.403, 35.000, 6.940, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*N(R) 2 + 0.90\*V(180°) H2.

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

$V_{Ed}$  : 10.00 kN

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

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

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

$V_{c,Rd} : \underline{177.89} \text{ kN}$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{11.20} \text{ cm}^2$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

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

$A : \underline{23.90} \text{ cm}^2$

$b$ : Ancho de la sección.

$b : \underline{91.00} \text{ mm}$

$t_f$ : Espesor del ala.

$t_f : \underline{8.00} \text{ mm}$

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w : \underline{5.30} \text{ mm}$

$r$ : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$r : \underline{9.00} \text{ mm}$

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

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

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

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

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

$\gamma_{M0} : \underline{1.00}$

Producido por una versión de CYPE

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5.4.2)

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

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

27.55 < 55.46 ✔

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.

$I_w : \underline{27.55}$

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

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$I_{m\acute{a}x} : \underline{55.46}$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

$h$ : Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material.

$h : \underline{1.20}$

$e$ : Factor de reducción.

$e : \underline{0.92}$

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

Siendo:

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

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

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

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

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

### Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$h$  : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 9.403, 35.000, 6.940, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 2 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H2$ .

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

$V_{Ed}$  : 0.83 kN

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

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

$V_{c,Rd}$  : 241.46 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 15.21 cm<sup>2</sup>

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

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 23.90 cm<sup>2</sup>

d: Altura del alma.

d : 164.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 5.30 mm

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

$f_{yd}$  : 275.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

### Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

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

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

3.33 kN ≤ 88.94 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 9.403, 40.000, 6.940, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 2 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H2$ .

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

$V_{Ed}$  : 3.33 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 177.89 kN

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

## Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

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

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

$$0.28 \text{ kN} \leq 120.73 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 9.403, 40.000, 6.940, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 2 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H2$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.28} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{241.46} \text{ kN}$$

## Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

debe satisfacer:

$$\eta = \left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}} \right]^\beta \leq 1$$

$$h : \underline{0.135} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.687} \quad \checkmark$$

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

$$h : \underline{0.408} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 9.403, 35.000, 6.940, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 2 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H2$ .

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

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

$$M_{y,Ed} : \underline{10.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$M_{N,Rd,y}$ ,  $M_{N,Rd,z}$ : Momentos flectores resistentes plásticos reducidos de cálculo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{N,Rd,y} : \underline{45.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{N,Rd,z} : \underline{9.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} \cdot (1 - n) / (1 - 0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z}$$

$$\alpha = 2 ; \beta = 5 \cdot n \geq 1$$

$$a : \underline{2.000}$$

$$b : \underline{1.000}$$

Siendo:

$$n = N_{c,Ed} / N_{pl,Rd}$$

$$n : \underline{0.000}$$

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{657.25} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{45.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{9.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A \leq 0.5$$

$$a : \underline{0.39}$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{23.90} \text{ cm}^2$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

b: Ancho del ala. b : 9.10 cm  
 t<sub>r</sub>: Espesor del ala. t<sub>r</sub> : 8.00 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. A : 23.90 cm<sup>2</sup>  
 W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. W<sub>pl,y</sub> : 166.00 cm<sup>3</sup>  
W<sub>pl,z</sub> : 34.60 cm<sup>3</sup>  
 f<sub>yd</sub>: Resistencia de cálculo del acero. f<sub>yd</sub> : 275.00 MPa

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

Siendo:

f<sub>y</sub>: Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1) f<sub>y</sub> : 275.00 MPa  
 g<sub>M1</sub>: Coeficiente parcial de seguridad del material. g<sub>M1</sub> : 1.00

K<sub>yy</sub>, K<sub>yz</sub>, K<sub>zy</sub>, K<sub>zz</sub>: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}} \quad K_{yy} : \underline{1.01}$$

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \quad K_{yz} : \underline{0.77}$$

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \quad K_{zy} : \underline{0.52}$$

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}} \quad K_{zz} : \underline{1.00}$$

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \gamma_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \quad m_y : \underline{1.00}$$

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \gamma_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \quad m_z : \underline{1.00}$$

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}} \quad C_{yy} : \underline{0.99}$$

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[ \left( 2 - 14 \cdot \frac{C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}} \quad C_{yz} : \underline{0.89}$$

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[ \left( 2 - 14 \cdot \frac{C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}} \quad C_{zy} : \underline{1.00}$$

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}} \quad C_{zz} : \underline{1.00}$$

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0 \quad a_{LT} : \underline{1.00}$$

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \quad b_{LT} : \underline{0.06}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \quad c_{LT} : \quad \underline{0.22}$$

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}} \quad d_{LT} : \quad \underline{0.00}$$

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \quad e_{LT} : \quad \underline{0.03}$$

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5 \quad w_y : \quad \underline{1.13}$$

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5 \quad w_z : \quad \underline{1.50}$$

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \quad n_{pl} : \quad \underline{0.00}$$

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)} \quad 1.54 > \quad \underline{0.20}$$

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + (1 - C_{m,y,0}) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}} \quad C_{m,y} : \quad \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} = C_{m,z,0} \quad C_{m,z} : \quad \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}} \quad C_{m,LT} : \quad \underline{1.00}$$

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}} \quad \varepsilon_y : \quad \underline{-1.00}$$

$C_{m,y,0}$ ,  $C_{m,z,0}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.  $C_{m,y,0} : \underline{1.00}$

$C_1$ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.  $C_{m,z,0} : \underline{1.00}$

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.  $C_1 : \underline{1.00}$

$c_{LT}$ : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.  $c_y : \underline{1.00}$

$\bar{I}_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima entre  $\bar{\lambda}_y$  y  $\bar{\lambda}_z$ .  $c_z : \underline{1.00}$

$\bar{I}_y$ ,  $\bar{I}_z$ : Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.  $c_{LT} : \underline{0.36}$

$\bar{I}_{LT}$ : Esbeltez reducida.  $\bar{I}_{m\acute{a}x} : \underline{2.80}$

$\bar{I}_0$ : Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme.  $\bar{I}_y : \underline{0.78}$

$W_{el,y}$ ,  $W_{el,z}$ : Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.  $\bar{I}_z : \underline{2.80}$

$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.  $\bar{I}_{LT} : \underline{1.54}$

$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.  $\bar{I}_0 : \underline{1.54}$

$N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.  $W_{el,y} : \underline{146.33} \text{ cm}^3$

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.  $W_{el,z} : \underline{22.20} \text{ cm}^3$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.  $N_{cr,y} : \underline{1091.85} \text{ kN}$

$N_{cr,z} : \underline{83.73} \text{ kN}$

$N_{cr,T} : \underline{749.58} \text{ kN}$

$I_y : \underline{1317.00} \text{ cm}^4$

$I_t : \underline{4.73} \text{ cm}^4$

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

### Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 9.403, 40.000, 6.940, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 2 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H2$ .

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

$$3.33 \text{ kN} \leq 87.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{3.33} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{175.12} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.058} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 9.403, 40.000, 6.940, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 2 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H2$ .

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{T,Rd} : \underline{0.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{5.91} \text{ cm}^3$$

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

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

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

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

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.00}$$

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

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

h : 0.058 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 9.403, 35.000, 6.940, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*N(R) 2 + 0.90\*V(180°) H2.

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

$V_{Ed}$  : 10.00 kN

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

$M_{T,Ed}$  : 0.05 kN·m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$  : 173.73 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$  : 177.89 kN

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

$t_{T,Ed}$  : 9.18 MPa

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

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 5.91 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 275.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

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

h : 0.004 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 9.403, 35.000, 6.940, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*N(R) 2 + 0.90\*V(180°) H2.

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

$V_{Ed}$  : 0.83 kN

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

$M_{T,Ed}$  : 0.05 kN·m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$  : 235.81 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$  : 241.46 kN

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

$t_{T,Ed}$  : 9.18 MPa

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

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 5.91 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 275.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

## Comprobación de flecha

| Comprobación de flecha                                  |
|---------------------------------------------------------|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Porcentajes de aprovechamiento:                         |
| - Flecha: 19.76 %                                       |

Coordenadas del nudo inicial: 10.597, 0.000, 6.940

Coordenadas del nudo final: 10.597, 5.000, 6.940

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*N(EI) + 1.00\*V(0°) H2 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

(I<sub>y</sub> = 1317 cm<sup>4</sup>) (I<sub>z</sub> = 101 cm<sup>4</sup>)

| Datos de correas laterales |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| Descripción de correas     | Parámetros de cálculo                     |
| Tipo de perfil: IPE 140    | Límite flecha: L / 250                    |
| Separación: 1.00 m         | Número de vanos: Un vano                  |
| Tipo de Acero: Fe360       | Tipo de fijación: Cubierta no colaborante |

## Comprobación de resistencia

| Comprobación de resistencia                             |
|---------------------------------------------------------|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Aprovechamiento: 98.70 %                                |

### Barra pésima en lateral

| Perfil: IPE 140                                                 |                                                      | Material: Fe 360    |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                                 | Nudos                                                |                     | Longitud (m) | Características mecánicas |                                                  |                                                  |                                                  |
|                                                                 | Inicial                                              | Final               |              | Área (cm <sup>2</sup> )   | I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> ) |
|                                                                 | 0.000, 5.000, 0.500                                  | 0.000, 0.000, 0.500 | 5.000        | 16.40                     | 541.00                                           | 44.90                                            | 2.40                                             |
|                                                                 | Notas:                                               |                     |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
|                                                                 | <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado      |                     |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
|                                                                 | <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme |                     |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
|                                                                 |                                                      |                     | Pandeo       |                           | Pandeo lateral                                   |                                                  |                                                  |
|                                                                 |                                                      |                     | Plano XY     | Plano XZ                  | Ala sup.                                         | Ala inf.                                         |                                                  |
|                                                                 | β                                                    | 1.00                | 1.00         | 1.00                      | 1.00                                             | 1.00                                             |                                                  |
|                                                                 | L <sub>K</sub>                                       | 5.000               | 5.000        | 5.000                     | 5.000                                            | 5.000                                            |                                                  |
| C <sub>m</sub>                                                  | 1.000                                                | 1.000               | 1.300        | 1.300                     |                                                  |                                                  |                                                  |
| C <sub>1</sub>                                                  | -                                                    |                     | 1.000        |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
| Notación:                                                       |                                                      |                     |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
| b: Coeficiente de pandeo                                        |                                                      |                     |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
| L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m)                         |                                                      |                     |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
| C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos                        |                                                      |                     |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |
| C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico |                                                      |                     |              |                           |                                                  |                                                  |                                                  |

| Barra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)                 |                                               |                                               |                      |                      |                   |                   |                               |                               |                                |                                               |                    |                               |                               | Estado             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | λ <sub>rel</sub>                                                | N <sub>t</sub>                                | N <sub>c</sub>                                | M <sub>t</sub>       | M <sub>z</sub>       | V <sub>z</sub>    | V <sub>y</sub>    | M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> | NM <sub>t</sub> M <sub>z</sub> | NM <sub>t</sub> M <sub>z</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>t</sub>     | M <sub>z</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> |                    |
| pésima en lateral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | x: 0.833 m<br>λ <sub>rel</sub> ≤ λ <sub>rel,max</sub><br>Cumple | N <sub>td</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(1)</sup> | N <sub>td</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | x: 2.5 m<br>η = 82.8 | x: 2.5 m<br>η = 18.3 | x: 5 m<br>η = 5.0 | x: 0 m<br>η = 0.5 | x: 0.833 m<br>η < 0.1         | x: 0.833 m<br>η < 0.1         | x: 2.5 m<br>η = 98.7           | x: 0.833 m<br>η < 0.1                         | x: 5 m<br>η = 43.8 | x: 5 m<br>η = 6.3             | x: 5 m<br>η = 0.6             | CUMPLE<br>h = 98.7 |
| Notación:<br>I <sub>z</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida<br>N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción<br>N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión<br>M <sub>t</sub> : Resistencia a flexión eje Y<br>M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z<br>V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z<br>V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y<br>M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados<br>M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados<br>NM <sub>t</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados<br>NM <sub>t</sub> M <sub>z</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados<br>M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión<br>M <sub>z</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados<br>M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados<br>x: Distancia al origen de la barra<br>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)<br>N.P.: No procede |                                                                 |                                               |                                               |                      |                      |                   |                   |                               |                               |                                |                                               |                    |                               |                               |                    |
| Comprobaciones que no proceden (N.P.):<br><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.<br><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |                                               |                                               |                      |                      |                   |                   |                               |                               |                                |                                               |                    |                               |                               |                    |

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

## Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

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

26.85 ≤ 290.91 ✓

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$  : 126.20 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 4.70 mm

$A_w$ : Área del alma.

$A_w$  : 5.93 cm<sup>2</sup>

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

$A_{fc,ef}$  : 5.04 cm<sup>2</sup>

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

$k$  : 0.30

$E$ : Módulo de elasticidad.

$E$  : 210000 MPa

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

$f_{yf}$  : 235.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

## Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

## Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

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

## Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.298 ✓

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

$\eta$  : 0.828 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$M_{Ed}^-$  : 6.19 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 20.75 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,y}$  : 88.30 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 235.00 MPa

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

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 235.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

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

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

$M_{b,Rd}$  : 7.47 kN·m

Donde:

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

$W_{pl,y}$  : 88.30 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 235.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 235.00 MPa

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

$\gamma_{M1}$  : 1.00

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

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$\chi_{LT}$  : 0.36

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$\Phi_{LT}$  : 1.81

$\alpha_{LT}$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_{LT}$  : 0.21

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

$\bar{\lambda}_{LT}$  : 1.53

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

$M_{cr}$  : 8.86 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral ' $M_{cr}$ ' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[ \left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 \right]^{0.5} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right\}$$

Siendo:

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

$I_z$  : 44.90 cm<sup>4</sup>

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t$  : 2.40 cm<sup>4</sup>

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$I_w$  : 1980.00 cm<sup>6</sup>

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

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

$L_c^+$  : 5.000 m

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

$L_c^-$  : 5.000 m

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

$C_1$  : 1.00

$C_2$ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$C_2$  : 1.00

$C_3$ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$C_3$  : 1.00

$k_z$ : Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

$k_z$  : 1.00

$k_w$ : Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

$k_w$  : 1.00

$z_g$ : Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.

$z_g$  : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

$z_a$ : Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.

$z_a$  : 0.00 mm

$z_s$ : Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.

$z_s$  : 0.00 mm

$z_j$ : Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.

$z_j$  : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A (y^2 + z^2) \cdot (z/I_y) \cdot dA$$

### Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.183 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$  H1.

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

$M_{Ed}^-$  : 0.83 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 4.54 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,z}$  : 19.30 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 235.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 235.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

### Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.050 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.500, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$  H1.

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

$V_{Ed}$  : 5.21 kN

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

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

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

$$V_{c,Rd} : \underline{103.34} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

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

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{73.00} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{6.90} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.70} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{7.00} \text{ mm}$$

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

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

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$$f_y : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.00}$$

Producido por una versión de CYPE

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5.4.2)

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

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

$$23.87 < 60.00 \quad \checkmark$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{23.87}$$

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

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$I_{m\acute{a}x} : \underline{60.00}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material.

$$h : \underline{1.20}$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{1.00}$$

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

Siendo:

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

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

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$$f_y : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

### Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

h : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$V_{Ed}$  : 0.66 kN

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

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

$V_{c,Rd}$  : 142.04 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 10.47 cm<sup>2</sup>

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

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 16.40 cm<sup>2</sup>

d: Altura del alma.

d : 126.20 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 4.70 mm

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

$f_{yd}$  : 235.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 235.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

### Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

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

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

3.17 kN ≤ 51.67 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$V_{Ed}$  : 3.17 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 103.34 kN

# Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

## Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

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

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

0.44 kN ≤ 71.02 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$V_{Ed}$  : 0.44 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 142.04 kN

## Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}} \right]^\beta \leq 1$$

$\eta$  : 0.271 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.987 ✓

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

$\eta$  : 0.617 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

Donde:

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

$N_{c,Ed}$  : 0.00 kN

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

$M_{y,Ed}$  : 6.19 kN·m

$M_{z,Ed}$  : 0.83 kN·m

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

Clase : 1

$M_{N,Rd,y}$ ,  $M_{N,Rd,z}$ : Momentos flectores resistentes plásticos reducidos de cálculo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{N,Rd,y}$  : 20.75 kN·m

$M_{N,Rd,z}$  : 4.54 kN·m

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rd,y} \cdot (1 - n) / (1 - 0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow M_{N,Rd,z} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$  ;  $\beta = 5 \cdot n \geq 1$

$a$  : 2.000

$b$  : 1.000

Siendo:

$$n = N_{c,Ed} / N_{pl,Rd}$$

$n$  : 0.000

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

$N_{pl,Rd}$  : 385.40 kN

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

$M_{pl,Rd,y}$  : 20.75 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$  : 4.54 kN·m

$$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A \leq 0.5$$

$a$  : 0.39

A: Área de la sección bruta.

A : 16.40 cm<sup>2</sup>

b: Ancho del ala.

b : 7.30 cm

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

$t_f$ : Espesor del ala.

$t_f$  : 6.90 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.

A : 16.40 cm<sup>2</sup>

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

$W_{pl,y}$  : 88.30 cm<sup>3</sup>

$W_{pl,z}$  : 19.30 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 235.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 235.00 MPa

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

$\gamma_{M1}$  : 1.00

$K_{yy}$ ,  $K_{yz}$ ,  $K_{zy}$ ,  $K_{zz}$ : Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

$K_{yy}$  : 1.03

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{W_z}{W_y}}$$

$K_{yz}$  : 0.75

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{W_y}{W_z}}$$

$K_{zy}$  : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

$K_{zz}$  : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

$m_y$  : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

$m_z$  : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$C_{yy}$  : 0.97

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[ \left( 2 - 14 \cdot \frac{C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{W_z}{W_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

$C_{yz}$  : 0.91

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[ \left( 2 - 14 \cdot \frac{C_{m,y}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{W_y}{W_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

$C_{zy}$  : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{m,z}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

$C_{zz}$  : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

$a_{LT}$  : 1.00

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

$b_{LT}$  : 0.18

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \quad c_{LT} : \underline{0.17}$$

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}} \quad d_{LT} : \underline{0.00}$$

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \quad e_{LT} : \underline{0.02}$$

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5 \quad w_y : \underline{1.14}$$

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5 \quad w_z : \underline{1.50}$$

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \quad n_{pl} : \underline{0.00}$$

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)} \quad 1.53 > 0.20$$

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + (1 - C_{m,y,0}) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}} \quad C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} = C_{m,z,0} \quad C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}} \quad C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}} \quad \varepsilon_y : \underline{-1.00}$$

$C_{m,y,0}$ ,  $C_{m,z,0}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y,0} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z,0} : \underline{1.00}$$

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

$$C_1 : \underline{1.00}$$

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

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{1.00}$$

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

$$c_{LT} : \underline{0.36}$$

$\bar{I}_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima entre  $\bar{\lambda}_y$  y  $\bar{\lambda}_z$ .

$$\bar{I}_{m\acute{a}x} : \underline{3.22}$$

$\bar{I}_y$ ,  $\bar{I}_z$ : Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{I}_y : \underline{0.93}$$

$$\bar{I}_z : \underline{3.22}$$

$\bar{I}_{LT}$ : Esbeltez reducida.

$$\bar{I}_{LT} : \underline{1.53}$$

$\bar{I}_0$ : Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme.

$$\bar{I}_0 : \underline{1.53}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{77.29} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{12.30} \text{ cm}^3$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{448.51} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{37.22} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{590.10} \text{ kN}$$

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{541.00} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{2.40} \text{ cm}^4$$

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

### Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$  H1.

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

$$3.17 \text{ kN} \leq 45.78 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{3.17} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{91.56} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.438} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.500, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$  H1.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{T,Rd} : \underline{0.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{3.48} \text{ cm}^3$$

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

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

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$$f_y : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : \underline{1.00}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

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

h : 0.063 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 0.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$V_{Ed}$  : 5.21 kN

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

$M_{T,Ed}$  : 0.21 kN·m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$  : 83.29 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$  : 103.34 kN

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

$t_{T,Ed}$  : 59.42 MPa

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

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 3.48 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 235.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 235.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

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

h : 0.006 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 0.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$V_{Ed}$  : 0.66 kN

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

$M_{T,Ed}$  : 0.21 kN·m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$  : 114.48 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$  : 142.04 kN

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

$t_{T,Ed}$  : 59.42 MPa

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

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 3.48 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 235.00 MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Tabla 3.1)

$f_y$  : 235.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.00

## Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\nave\_porticos\_proyecto.gp3

Fecha: 28/08/24

### Comprobación de flecha

| Comprobación de flecha                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.<br>Porcentajes de aprovechamiento:<br>- Flecha: 96.89 % |

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 5.000, 0.500

Coordenadas del nudo final: 0.000, 0.000, 0.500

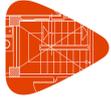
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis  $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(270^\circ)$  H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

( $I_y = 541 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 45 \text{ cm}^4$ )

| Medición de correas |               |                  |                                    |
|---------------------|---------------|------------------|------------------------------------|
| Tipo de correas     | Nº de correas | Peso lineal kg/m | Peso superficial kN/m <sup>2</sup> |
| Correas de cubierta | 18            | 337.71           | 0.17                               |
| Correas laterales   | 14            | 180.24           | 0.09                               |

## ÍNDICE

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1. DATOS DE OBRA.....                       | 2  |
| 1.1. Normas consideradas.....               | 2  |
| 1.2. Estados límite.....                    | 2  |
| 1.2.1. Situaciones de proyecto.....         | 2  |
| 1.3. Resistencia al fuego.....              | 4  |
| 2. ESTRUCTURA.....                          | 4  |
| 2.1. Geometría.....                         | 4  |
| 2.1.1. Nudos.....                           | 4  |
| 2.1.2. Barras.....                          | 5  |
| 3. CIMENTACIÓN.....                         | 9  |
| 3.1. Elementos de cimentación aislados..... | 9  |
| 3.1.1. Descripción.....                     | 9  |
| 3.1.2. Medición.....                        | 9  |
| 3.1.3. Comprobación.....                    | 10 |
| 3.2. Vigas.....                             | 42 |
| 3.2.1. Descripción.....                     | 42 |
| 3.2.2. Medición.....                        | 42 |
| 3.2.3. Comprobación.....                    | 44 |



## 1. DATOS DE OBRA

### 1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

### 1.2. Estados límite

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

#### 1.2.1. Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

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

- Sin coeficientes de combinación

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

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

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

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

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

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

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

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

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

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



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

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

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

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

| Accidental de incendio |                                                  |              |                                        |                             |
|------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                        | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                        | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)   | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Viento (Q)             | 0.000                                            | 1.000        | 0.000                                  | 0.000                       |
| Nieve (Q)              | 0.000                                            | 1.000        | 0.000                                  | 0.000                       |

Tensiones sobre el terreno

| Característica       |                                                  |              |
|----------------------|--------------------------------------------------|--------------|
|                      | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              |
|                      | Favorable                                        | Desfavorable |
| Carga permanente (G) | 1.000                                            | 1.000        |
| Viento (Q)           | 0.000                                            | 1.000        |
| Nieve (Q)            | 0.000                                            | 1.000        |

Desplazamientos

| Característica       |                                                  |              |
|----------------------|--------------------------------------------------|--------------|
|                      | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              |
|                      | Favorable                                        | Desfavorable |
| Carga permanente (G) | 1.000                                            | 1.000        |
| Viento (Q)           | 0.000                                            | 1.000        |
| Nieve (Q)            | 0.000                                            | 1.000        |

Producido por una versión educativa de CYPE



### 1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: EN1993-1-2:2005: Proyecto de estructuras de acero - Parte 1-2: Reglas generales - Proyecto de estructuras sometidas al fuego.

Resistencia requerida: R 30

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m<sup>3</sup>

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 J/(kg·K)

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

## 2. ESTRUCTURA

### 2.1. Geometría

#### 2.1.1. Nudos

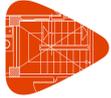
Referencias:

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

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

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.  
Producido por una versión educativa de CYPE

| Referencia | Nudos       |        |       |                      |            |            |            |            |            | Vinculación interior |
|------------|-------------|--------|-------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
|            | Coordenadas |        |       | Vinculación exterior |            |            |            |            |            |                      |
|            | X (m)       | Y (m)  | Z (m) | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ |                      |
| N1         | 0.000       | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N2         | 0.000       | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N3         | 0.000       | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N4         | 0.000       | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N5         | 0.000       | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N6         | 5.000       | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N7         | 5.000       | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N8         | 5.000       | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N9         | 5.000       | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N10        | 5.000       | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N11        | 10.000      | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N12        | 10.000      | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N13        | 10.000      | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N14        | 10.000      | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N15        | 10.000      | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N16        | 15.000      | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N17        | 15.000      | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N18        | 15.000      | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N19        | 15.000      | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N20        | 15.000      | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N21        | 20.000      | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N22        | 20.000      | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Nudos      |             |        |       |                      |            |            |            |            |            |                      |
|------------|-------------|--------|-------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas |        |       | Vinculación exterior |            |            |            |            |            | Vinculación interior |
|            | X (m)       | Y (m)  | Z (m) | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ |                      |
| N23        | 20.000      | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N24        | 20.000      | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N25        | 20.000      | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N26        | 25.000      | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N27        | 25.000      | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N28        | 25.000      | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N29        | 25.000      | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N30        | 25.000      | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N31        | 30.000      | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N32        | 30.000      | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N33        | 30.000      | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N34        | 30.000      | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N35        | 30.000      | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N36        | 35.000      | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N37        | 35.000      | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N38        | 35.000      | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N39        | 35.000      | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N40        | 35.000      | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N41        | 40.000      | 0.000  | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N42        | 40.000      | 0.000  | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N43        | 40.000      | 20.000 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N44        | 40.000      | 20.000 | 6.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N45        | 40.000      | 10.000 | 7.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |

Producido por una versión educativa de CYPE

## 1.2. Barras

### 1.2.1. Materiales utilizados

| Materiales utilizados                                                                                                                                                                           |                    |           |       |          |             |                    |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|-------|----------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Material                                                                                                                                                                                        |                    | E (MPa)   | $\nu$ | G (MPa)  | $f_y$ (MPa) | $\alpha_t$ (m/m°C) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) |
| Tipo                                                                                                                                                                                            | Designación        |           |       |          |             |                    |                               |
| Acero laminado                                                                                                                                                                                  | S275 (EN 1993-1-1) | 210000.00 | 0.300 | 81000.00 | 275.00      | 0.000012           | 77.01                         |
| Notación:<br>E: Módulo de elasticidad<br>$\nu$ : Módulo de Poisson<br>G: Módulo de cortadura<br>$f_y$ : Límite elástico<br>$\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación<br>$\gamma$ : Peso específico |                    |           |       |          |             |                    |                               |

### 2.1.2.2. Descripción

| Descripción    |                    |               |               |                |                     |            |                      |              |              |                       |                       |
|----------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Material       |                    | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)  | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Ld <sub>sup</sub> (m) | Lb <sub>inf</sub> (m) |
| Tipo           | Designación        |               |               |                | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                       |                       |
| Acero laminado | S275 (EN 1993-1-1) | N1/N2         | N1/N2         | HE 340 B (HEB) | -                   | 5.662      | 0.338                | 0.17         | 1.24         | 6.000                 | 1.000                 |
|                |                    | N3/N4         | N3/N4         | HE 340 B (HEB) | -                   | 5.662      | 0.338                | 0.17         | 1.24         | 1.000                 | 6.000                 |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Material |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)  | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>sup.</sub> (m) | Lb <sub>inf.</sub> (m) |
|----------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Tipo     | Designación |               |               |                | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
|          |             | N2/N5         | N2/N5         | HE 240 B (HEB) | 0.171               | 9.879      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N4/N5         | N4/N5         | HE 240 B (HEB) | 0.171               | 9.879      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N6/N7         | N6/N7         | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 6.000                  | 1.000                  |
|          |             | N8/N9         | N8/N9         | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 1.000                  | 6.000                  |
|          |             | N7/N10        | N7/N10        | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N9/N10        | N9/N10        | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N11/N12       | N11/N12       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 6.000                  | 1.000                  |
|          |             | N13/N14       | N13/N14       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 1.000                  | 6.000                  |
|          |             | N12/N15       | N12/N15       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N14/N15       | N14/N15       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N16/N17       | N16/N17       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 6.000                  | 1.000                  |
|          |             | N18/N19       | N18/N19       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 1.000                  | 6.000                  |
|          |             | N17/N20       | N17/N20       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N19/N20       | N19/N20       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N21/N22       | N21/N22       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 6.000                  | 1.000                  |
|          |             | N23/N24       | N23/N24       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 1.000                  | 6.000                  |
|          |             | N22/N25       | N22/N25       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N24/N25       | N24/N25       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N26/N27       | N26/N27       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 6.000                  | 1.000                  |
|          |             | N28/N29       | N28/N29       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 1.000                  | 6.000                  |
|          |             | N27/N30       | N27/N30       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N29/N30       | N29/N30       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N31/N32       | N31/N32       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 6.000                  | 1.000                  |
|          |             | N33/N34       | N33/N34       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 1.000                  | 6.000                  |
|          |             | N32/N35       | N32/N35       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N34/N35       | N34/N35       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N36/N37       | N36/N37       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 6.000                  | 1.000                  |
|          |             | N38/N39       | N38/N39       | HE 300 B (HEB) | -                   | 5.595      | 0.405                | 0.17         | 1.24         | 1.000                  | 6.000                  |
|          |             | N37/N40       | N37/N40       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N39/N40       | N39/N40       | HE 280 B (HEB) | 0.151               | 9.899      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|          |             | N41/N42       | N41/N42       | HE 320 B (HEB) | -                   | 5.661      | 0.339                | 0.17         | 1.24         | 6.000                  | 1.000                  |
|          |             | N43/N44       | N43/N44       | HE 320 B (HEB) | -                   | 5.661      | 0.339                | 0.17         | 1.24         | 1.000                  | 6.000                  |

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Descripción |             |               |               |                |                     |            |                      |              |              |                        |                        |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material    |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)  | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>sup.</sub> (m) | Lb <sub>inf.</sub> (m) |
| Tipo        | Designación |               |               |                | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
|             |             | N42/N45       | N42/N45       | HE 240 B (HEB) | 0.161               | 9.889      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |
|             |             | N44/N45       | N44/N45       | HE 240 B (HEB) | 0.161               | 9.889      | -                    | 0.12         | 1.11         | 1.200                  | 10.050                 |

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 Lb<sub>sup.</sub>: Separación entre arriostramientos del ala superior  
 Lb<sub>inf.</sub>: Separación entre arriostramientos del ala inferior

## 2.1.2.3. Características mecánicas

| Tipos de pieza |                                                                                                                             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ref.           | Piezas                                                                                                                      |
| 1              | N1/N2 y N3/N4                                                                                                               |
| 2              | N2/N5, N4/N5, N42/N45 y N44/N45                                                                                             |
| 3              | N6/N7, N8/N9, N11/N12, N13/N14, N16/N17, N18/N19, N21/N22, N23/N24, N26/N27, N28/N29, N31/N32, N33/N34, N36/N37 y N38/N39   |
| 4              | N7/N10, N9/N10, N12/N15, N14/N15, N17/N20, N19/N20, N22/N25, N24/N25, N27/N30, N29/N30, N32/N35, N34/N35, N37/N40 y N39/N40 |
| 5              | N41/N42 y N43/N44                                                                                                           |

| Características mecánicas |                    |      |                                                                                                           |                      |                        |                        |                        |                        |                       |
|---------------------------|--------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Material                  |                    | Ref. | Descripción                                                                                               | A (cm <sup>2</sup> ) | Avy (cm <sup>2</sup> ) | Avz (cm <sup>2</sup> ) | Iyy (cm <sup>4</sup> ) | Izz (cm <sup>4</sup> ) | It (cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                      | Designación        |      |                                                                                                           |                      |                        |                        |                        |                        |                       |
| Acero laminado            | S275 (EN 1993-1-1) | 1    | HE 340 B, (HEB)                                                                                           | 170.90               | 96.75                  | 32.08                  | 36660.00               | 9690.00                | 262.85                |
|                           |                    | 2    | HE 240 B, Simple con cartelas, (HEB)<br>Cartela inicial inferior: 1.00 m. Cartela final inferior: 1.00 m. | 106.00               | 61.20                  | 18.54                  | 11260.00               | 3923.00                | 103.88                |
|                           |                    | 3    | HE 300 B, (HEB)                                                                                           | 149.10               | 85.50                  | 25.94                  | 25170.00               | 8563.00                | 189.18                |
|                           |                    | 4    | HE 280 B, Simple con cartelas, (HEB)<br>Cartela inicial inferior: 1.00 m. Cartela final inferior: 1.00 m. | 131.40               | 75.60                  | 23.06                  | 19270.00               | 6595.00                | 146.09                |
|                           |                    | 5    | HE 320 B, (HEB)                                                                                           | 161.30               | 92.25                  | 28.88                  | 30820.00               | 9239.00                | 230.45                |

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

Producido por una versión educativa de CYPE



## 2.1.2.4. Tabla de medición

| Tabla de medición |                    |                  |                |                 |                              |              |
|-------------------|--------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|--------------|
| Material          |                    | Pieza<br>(Ni/Nf) | Perfil(Serie)  | Longitud<br>(m) | Volumen<br>(m <sup>3</sup> ) | Peso<br>(kg) |
| Tipo              | Designación        |                  |                |                 |                              |              |
| Acero laminado    | S275 (EN 1993-1-1) | N1/N2            | HE 340 B (HEB) | 6.000           | 0.103                        | 804.94       |
|                   |                    | N3/N4            | HE 340 B (HEB) | 6.000           | 0.103                        | 804.94       |
|                   |                    | N2/N5            | HE 240 B (HEB) | 10.050          | 0.168                        | 916.44       |
|                   |                    | N4/N5            | HE 240 B (HEB) | 10.050          | 0.168                        | 916.44       |
|                   |                    | N6/N7            | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N8/N9            | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N7/N10           | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N9/N10           | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N11/N12          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N13/N14          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N12/N15          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N14/N15          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N16/N17          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N18/N19          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N17/N20          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N19/N20          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N21/N22          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N23/N24          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N22/N25          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N24/N25          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N26/N27          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N28/N29          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N27/N30          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N29/N30          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N31/N32          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N33/N34          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N32/N35          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N34/N35          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N36/N37          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N38/N39          | HE 300 B (HEB) | 6.000           | 0.089                        | 702.26       |
|                   |                    | N37/N40          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N39/N40          | HE 280 B (HEB) | 10.050          | 0.208                        | 1135.83      |
|                   |                    | N41/N42          | HE 320 B (HEB) | 6.000           | 0.097                        | 759.72       |
|                   |                    | N43/N44          | HE 320 B (HEB) | 6.000           | 0.097                        | 759.72       |
|                   |                    | N42/N45          | HE 240 B (HEB) | 10.050          | 0.168                        | 916.44       |
|                   |                    | N44/N45          | HE 240 B (HEB) | 10.050          | 0.168                        | 916.44       |

Notación:  
Ni: Nudo inicial  
Nf: Nudo final

Producido por una versión educativa de CYPE

## 2.1.2.5. Resumen de medición



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Resumen de medición |                    |       |                               |            |           |              |             |            |               |             |            |               |
|---------------------|--------------------|-------|-------------------------------|------------|-----------|--------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| Material            |                    | Serie | Perfil                        | Longitud   |           |              | Volumen     |            |               | Peso        |            |               |
| Tipo                | Designación        |       |                               | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m³) | Serie (m³) | Material (m³) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| Acero laminado      | S275 (EN 1993-1-1) | HEB   | HE 340 B                      | 12.000     | 288.898   | 288.898      | 0.205       | 5.242      | 5.242         | 1609.88     | 32528.28   | 32528.28      |
|                     |                    |       | HE 240 B, Simple con cartelas | 40.200     |           |              | 0.673       |            |               | 3665.75     |            |               |
|                     |                    |       | HE 300 B                      | 84.000     |           |              | 1.252       |            |               | 9831.65     |            |               |
|                     |                    |       | HE 280 B, Simple con cartelas | 140.698    |           |              | 2.918       |            |               | 15901.55    |            |               |
|                     |                    |       | HE 320 B                      | 12.000     |           |              | 0.194       |            |               | 1519.45     |            |               |

## 2.1.2.6. Medición de superficies

| Acero laminado: Medición de las superficies a pintar |                               |                            |              |                 |  |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------|--|
| Serie                                                | Perfil                        | Superficie unitaria (m²/m) | Longitud (m) | Superficie (m²) |  |
| HEB                                                  | HE 340 B                      | 1.856                      | 12.000       | 22.272          |  |
|                                                      | HE 240 B, Simple con cartelas | 1.561                      | 40.200       | 62.763          |  |
|                                                      | HE 300 B                      | 1.778                      | 84.000       | 149.352         |  |
|                                                      | HE 280 B, Simple con cartelas | 1.824                      | 140.698      | 256.644         |  |
|                                                      | HE 320 B                      | 1.817                      | 12.000       | 21.804          |  |
| Total                                                |                               |                            |              | 512.836         |  |

## CIMENTACIÓN

### 3.1. Elementos de cimentación aislados

#### 3.1.1. Descripción

| Referencias                                                         | Geometría                                                                                                                                                                                                 | Armado                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| N3, N43, N1 y N41                                                   | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 155 cm<br>Ancho inicial Y: 155 cm<br>Ancho final X: 155 cm<br>Ancho final Y: 155 cm<br>Ancho zapata X: 310 cm<br>Ancho zapata Y: 310 cm<br>Canto: 95 cm | Sup X: 12Ø20c/26<br>Sup Y: 12Ø20c/26<br>Inf X: 12Ø20c/26<br>Inf Y: 12Ø20c/26 |
| N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36 | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 130 cm<br>Ancho inicial Y: 130 cm<br>Ancho final X: 130 cm<br>Ancho final Y: 130 cm<br>Ancho zapata X: 260 cm<br>Ancho zapata Y: 260 cm<br>Canto: 95 cm | Sup X: 10Ø20c/26<br>Sup Y: 10Ø20c/26<br>Inf X: 10Ø20c/26<br>Inf Y: 10Ø20c/26 |

#### 3.1.2. Medición

| Referencias: N3, N43, N1 y N41 |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total |
|--------------------------------|--------------|------------------|-------|
| Nombre de armado               |              | Ø20              |       |
| Parrilla inferior - Armado X   | Longitud (m) | 12x2.95          | 35.40 |
|                                | Peso (kg)    | 12x7.28          | 87.30 |
| Parrilla inferior - Armado Y   | Longitud (m) | 12x2.95          | 35.40 |
|                                | Peso (kg)    | 12x7.28          | 87.30 |
| Parrilla superior - Armado X   | Longitud (m) | 12x2.95          | 35.40 |
|                                | Peso (kg)    | 12x7.28          | 87.30 |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                |              |                  |        |
|--------------------------------|--------------|------------------|--------|
| Referencias: N3, N43, N1 y N41 |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total  |
| Nombre de armado               |              | Ø20              |        |
| Parrilla superior - Armado Y   | Longitud (m) | 12x2.95          | 35.40  |
|                                | Peso (kg)    | 12x7.28          | 87.30  |
| Totales                        | Longitud (m) | 141.60           | 349.20 |
|                                | Peso (kg)    | 349.20           |        |
| Total con mermas (10.00%)      | Longitud (m) | 155.76           | 384.12 |
|                                | Peso (kg)    | 384.12           |        |

|                                                                                  |              |                  |        |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|--------|
| Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36 |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total  |
| Nombre de armado                                                                 |              | Ø20              |        |
| Parrilla inferior - Armado X                                                     | Longitud (m) | 10x2.83          | 28.30  |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 10x6.98          | 69.79  |
| Parrilla inferior - Armado Y                                                     | Longitud (m) | 10x2.83          | 28.30  |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 10x6.98          | 69.79  |
| Parrilla superior - Armado X                                                     | Longitud (m) | 10x2.83          | 28.30  |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 10x6.98          | 69.79  |
| Parrilla superior - Armado Y                                                     | Longitud (m) | 10x2.83          | 28.30  |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 10x6.98          | 69.79  |
| Totales                                                                          | Longitud (m) | 113.20           | 279.16 |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 279.16           |        |
| Total con mermas (0.00%)                                                         | Longitud (m) | 124.52           | 307.08 |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 307.08           |        |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

| Elemento                                                                         | B 500 S, Ys=1.15 (kg) | Hormigón (m³) |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|----------|
|                                                                                  | Ø20                   | HA-25, Yc=1.5 | Limpieza |
| Referencias: N3, N43, N1 y N41                                                   | 4x384.12              | 4x9.13        | 4x0.96   |
| Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36 | 14x307.08             | 14x6.42       | 14x0.68  |
| Totales                                                                          | 5835.60               | 126.43        | 13.31    |

### 3.1.3. Comprobación

|                                                                                                                                                                                                                                |                                                  |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N3                                                                                                                                                                                                                 |                                                  |        |
| Dimensiones: 310 x 310 x 95                                                                                                                                                                                                    |                                                  |        |
| Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/26                                                                                                                                                                           |                                                  |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                          | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                  |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.042183 MPa       | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0574866 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.110559 MPa  | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                  |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 3.2 %                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 119.7 %                       | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                  |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 226.09 kN·m                             | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 119.15 kN·m                             | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                  |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 214.54 kN                              | Cumple |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N3<br>Dimensiones: 310 x 310 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 64.65 kN                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cumple                                                                       |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 49.8 kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                  | Cumple                                                                       |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N3:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                   | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                                                                                                                                                                   | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                            | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                            | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Longitud de anclaje:<br>49.5<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:<br>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:<br>- Armado sup. dirección X hacia der:<br>- Armado sup. dirección X hacia izq:<br>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 44 cm<br>Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 44 cm<br>Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 42 cm<br>Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 42 cm<br>Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 44 cm<br>Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 44 cm<br>Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 42 cm<br>Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 42 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Referencia: N3                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| Dimensiones: 310 x 310 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Valores                                                             | Estado                    |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata de tipo rígido</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.19</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 864.16 kN</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 864.16 kN</li> </ul> |                                                                     |                           |
| Referencia: N8                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Valores                                                             | Estado                    |
| Tensiones sobre el terreno:                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |                           |
| Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa                          | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                                                                                  | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa                     | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                                                                                  | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa                      | Cumple                    |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     | No procede <sup>(1)</sup> |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |                           |
| 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.                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Reserva seguridad: 9.6 %                                            | Cumple                    |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Momento: 35.65 kN·m                                                 | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Momento: 239.41 kN·m                                                | Cumple                    |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cortante: 9.81 kN                                                   | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cortante: 179.72 kN                                                 | Cumple                    |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple                    |
| Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
| Canto mínimo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |                           |
| Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                   | Cumple                    |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |                           |
| - N8:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                   | Cumple                    |
| Cuantía geométrica mínima:                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |                           |
| Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013                                 | Cumple                    |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| Diámetro mínimo de las barras:                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm                                   | Cumple                    |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Calculado: 20 mm                                                    | Cumple                    |

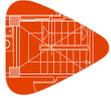


# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul> | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Longitud mínima de las patillas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul>         | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| <b>Información adicional:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata de tipo rígido</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN</li> </ul>                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N13                                                                                                                                                                                        |                                                                     |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                               |                                                                     |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                                             | Estado                    |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                        |                                                                     |                           |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                           | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa                          | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa                     | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa                      | Cumple                    |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                   |                                                                     | No procede <sup>(1)</sup> |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                           |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                           |
| 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. | Reserva seguridad: 9.6 %                                            | Cumple                    |
| Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                           |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Momento: 35.65 kN·m                                                 | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Momento: 239.41 kN·m                                                | Cumple                    |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                 |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 9.81 kN                                                   | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 179.72 kN                                                 | Cumple                    |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                       |                                                                     |                           |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                        | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple                    |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                   | Cumple                    |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N13:                                                                                                                                                | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                   | Cumple                    |
| Cantidad geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1                                                                                                                          | Mínimo: 0.0012                                                      |                           |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm                                                       |                           |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 mm                                                    | Cumple                    |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 mm                                                    | Cumple                    |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                    | Máximo: 30 cm                                                       |                           |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                         | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                         | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                         | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                         | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple                    |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                    | Mínimo: 10 cm                                                       |                           |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                         | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                         | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                         | Calculado: 26 cm                                                    | Cumple                    |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N13                                          |                                                 |        |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                              |                                                 |        |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26 |                                                 |        |
| Comprobación                                             | Valores                                         | Estado |
| - Armado superior dirección Y:                           | Calculado: 26 cm                                | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>49.5                             |                                                 |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm               | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm               | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                  | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                   | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm               | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm               | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                  | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                   | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                         | Mínimo: 20 cm                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                     | Calculado: 20 cm                                | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                     | Calculado: 20 cm                                | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                  | Calculado: 20 cm                                | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                     | Calculado: 20 cm                                | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                     | Calculado: 20 cm                                | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                  | Calculado: 20 cm                                | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                      |                                                 |        |
| Información adicional:                                   |                                                 |        |
| - Zapata de tipo rígido                                  |                                                 |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04          |                                                 |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24          |                                                 |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN    |                                                 |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN    |                                                 |        |
| Referencia: N18                                          |                                                 |        |
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                              |                                                 |        |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26 |                                                 |        |
| Comprobación                                             | Valores                                         | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE          |                                                 |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:             | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa      | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa  | Cumple |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N18                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                    |                                         |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                    |                                         |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Valores                                                                                            | Estado                                  |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:<br>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.<br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 9.6 %                                                                           | No procede <sup>(1)</sup><br><br>Cumple |
| <b>Flexión en la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 35.65 kN·m<br>Momento: 239.41 kN·m                                                        | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Cortante en la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                 | Cortante: 9.81 kN<br>Cortante: 179.72 kN                                                           | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Compresión oblicua en la zapata:</b><br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup>                                | Cumple                                  |
| <b>Alto mínimo:</b><br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                  | Cumple                                  |
| <b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b><br>- N18:                                                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                  | Cumple                                  |
| <b>Cantidad geométrica mínima:</b><br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                            | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013 | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple    |
| <b>Diámetro mínimo de las barras:</b><br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                              | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                      | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple    |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                      | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple    |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>49.5<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm                             | Cumple<br>Cumple                        |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N18<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                      |                                                 |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                         | Estado                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 20 cm                                   |                           |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                          | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                          | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                             |                                                 |                           |
| Información adicional:<br>Zapata de tipo rígido<br>Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04<br>Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24<br>Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN<br>Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN |                                                 |                           |
| Referencia: N23<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                      |                                                 |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                         | Estado                    |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |                           |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                    | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa      | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                        | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                        | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa  | Cumple                    |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                                                            |                                                 | No procede <sup>(1)</sup> |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |                           |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |                           |
| 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.                                                          | Reserva seguridad: 9.6 %                        | Cumple                    |
| <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                                                            |                                                 |                           |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |                           |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N23<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                                                                                                                                                    | Estado                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                 | Momento: 35.65 kN·m<br>Momento: 239.41 kN·m                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                         |
| Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          | Cortante: 9.81 kN<br>Cortante: 179.72 kN                                                                                                                                                                                   | Cumple<br>Cumple                                         |
| Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes:<br/>Criterio de CYPE</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                        | Cumple                                                   |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                                                                                          | Cumple                                                   |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- N23:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                                                                                                                                          | Cumple                                                   |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                          | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                                                                                         | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>                                                                                                                                                                          | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                      | Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                              | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                   | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                              | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br>49.5 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> </ul> | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N23                                                                                                                                                                                        |                                                 |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                            |                                                 |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                               |                                                 |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                         | Estado                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                       | Mínimo: 20 cm                                   |                           |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                    |                                                 |                           |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                 |                                                 |                           |
| Zapata de tipo rígido                                                                                                                                                                                  |                                                 |                           |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04                                                                                                                                                          |                                                 |                           |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24                                                                                                                                                          |                                                 |                           |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN                                                                                                                                                    |                                                 |                           |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN                                                                                                                                                    |                                                 |                           |
| Referencia: N28                                                                                                                                                                                        |                                                 |                           |
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                            |                                                 |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                               |                                                 |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                         | Estado                    |
| Presiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                        |                                                 |                           |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                           | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa      | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa  | Cumple                    |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                   |                                                 |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      |                                                 | No procede <sup>(1)</sup> |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      |                                                 |                           |
| 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. | Reserva seguridad: 9.6 %                        | Cumple                    |
| <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                   |                                                 |                           |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                  |                                                 |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Momento: 35.65 kN·m                             | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Momento: 239.41 kN·m                            | Cumple                    |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                 |                                                 |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 9.81 kN                               | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 179.72 kN                             | Cumple                    |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N28<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                  | Cumple                                                                       |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N28:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                   | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                                                                                                                                                                   | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                            | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                            | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Longitud de anclaje:<br>49.5<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:<br>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:<br>- Armado sup. dirección X hacia der:<br>- Armado sup. dirección X hacia izq:<br>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:<br>- Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N28                                                                                                                                                                                        |                                                                     |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                               |                                                                     |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                                             | Estado                    |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple                    |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                 |                                                                     |                           |
| - Zapata de tipo rígido                                                                                                                                                                                |                                                                     |                           |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04                                                                                                                                                        |                                                                     |                           |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24                                                                                                                                                        |                                                                     |                           |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN                                                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN                                                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| Referencia: N33                                                                                                                                                                                        |                                                                     |                           |
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                               |                                                                     |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                                             | Estado                    |
| Dimensiones sobre el terreno:                                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
| Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                       |                                                                     |                           |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                           | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa                          | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa                     | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa                      | Cumple                    |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                   |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      |                                                                     | No procede <sup>(1)</sup> |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                           |
| 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. |                                                                     |                           |
|                                                                                                                                                                                                        | Reserva seguridad: 9.6 %                                            | Cumple                    |
| <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                   |                                                                     |                           |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Momento: 35.65 kN·m                                                 | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Momento: 239.41 kN·m                                                | Cumple                    |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                 |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 9.81 kN                                                   | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 179.72 kN                                                 | Cumple                    |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                       |                                                                     |                           |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                                                                            | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple                    |
| Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                       |                                                                     |                           |
| Canto mínimo:                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
| Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                       |                                                                     |                           |
|                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                   | Cumple                    |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
| - N33:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                   | Cumple                    |
| Cuantía geométrica mínima:                                                                                                                                                                             |                                                                     |                           |
| Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1                                                                                                                                                         |                                                                     |                           |
|                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 0.0012                                                      |                           |



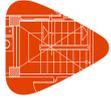
# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N33                                                                  |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                      |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                         |                                   |        |
| Comprobación                                                                     | Valores                           | Estado |
| - Armado inferior dirección X:                                                   | Calculado: 0.0013                 | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                   | Calculado: 0.0013                 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                   | Calculado: 0.0013                 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                   | Calculado: 0.0013                 | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                             | Calculado: 20 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                             | Calculado: 20 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE                              | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                   | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                   | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                   | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                   | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE                              | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                   | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                   | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                   | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                   | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>1.5                                                      |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                             | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                             | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                          | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                           | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                             | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                             | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                          | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                           | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                 | Mínimo: 20 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                             | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                             | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                          | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                           | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                             | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                             | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                          | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                           | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                              |                                   |        |

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N33<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Valores                                                             | Estado |
| Información adicional:<br>- Zapata de tipo rígido<br>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04<br>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24<br>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN<br>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN                         |                                                                     |        |
| Referencia: N38<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE<br>- Tensión media en situaciones persistentes:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                           |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa                          | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa                     | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa                      | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:<br>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.<br>Sin momento de vuelco |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Reserva seguridad: 9.6 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Momento: 35.65 kN·m                                                 | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Momento: 239.41 kN·m                                                | Cumple |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cortante: 9.81 kN                                                   | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cortante: 179.72 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N38:                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                              |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013                                 | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm                                   | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 mm                                                    | Cumple |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul> | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Longitud mínima de las patillas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul>         | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| <b>Información adicional:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata de tipo rígido</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN</li> </ul>                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N43                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 310 x 310 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                    |                                      |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                    |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                                                                            | Estado                               |
| <b>Tensiones sobre el terreno:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>                                            | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0399267 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0565056 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.102122 MPa | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul> | Reserva seguridad: 7.3 %<br>Reserva seguridad: 127.3 %                                                                                             | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Flexión en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          | Momento: 219.51 kN·m<br>Momento: 116.57 kN·m                                                                                                       | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Cortante en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                         | Cortante: 207.58 kN<br>Cortante: 63.47 kN                                                                                                          | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Compresión oblicua en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes:</li> </ul> Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                               | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 49.4 kN/m <sup>2</sup>                                                                                | Cumple                               |
| <b>Canto mínimo:</b><br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                  | Cumple                               |
| <b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- N43:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                                                                  | Cumple                               |
| <b>Cantidad geométrica mínima:</b><br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                        | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                 | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Diámetro mínimo de las barras:</b><br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>                                                                                                                                         | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                              | Cumple<br>Cumple                     |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                  | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N43                                                                                                                                                                                                                |                                                  |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 310 x 310 x 95                                                                                                                                                                                                    |                                                  |        |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                       |                                                  |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                          | Estado |
| Longitud de anclaje:<br>49.5                                                                                                                                                                                                   |                                                  |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 44 cm                | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 44 cm                | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 42 cm                | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 42 cm                | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 44 cm                | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 44 cm                | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 42 cm                | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 42 cm                | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                            |                                                  |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                         |                                                  |        |
| Zapata de tipo rígido                                                                                                                                                                                                          |                                                  |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.18                                                                                                                                                                                  |                                                  |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10                                                                                                                                                                                  |                                                  |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 864.16 kN                                                                                                                                                                            |                                                  |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 864.16 kN                                                                                                                                                                            |                                                  |        |
| Referencia: N1                                                                                                                                                                                                                 |                                                  |        |
| Dimensiones: 310 x 310 x 95                                                                                                                                                                                                    |                                                  |        |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                       |                                                  |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                          | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                  |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.042183 MPa       | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0574866 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.110559 MPa  | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                  |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 3.2 %                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 119.7 %                       | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                  |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 226.09 kN·m                             | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 119.16 kN·m                             | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                  |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 214.54 kN                              | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 64.65 kN                               | Cumple |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N1<br>Dimensiones: 310 x 310 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 49.8 kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                  | Cumple                                                                       |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N1:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                   | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                                                                                                                                                                   | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                            | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                            | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Longitud de anclaje:<br>49.5<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:<br>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:<br>- Armado sup. dirección X hacia der:<br>- Armado sup. dirección X hacia izq:<br>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 44 cm<br>Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 44 cm<br>Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 42 cm<br>Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 42 cm<br>Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 44 cm<br>Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 44 cm<br>Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 42 cm<br>Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 42 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Referencia: N1                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| Dimensiones: 310 x 310 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Valores                                                             | Estado                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata de tipo rígido</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.19</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 864.16 kN</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 864.16 kN</li> </ul> |                                                                     |                           |
| Referencia: N6                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                           |
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Valores                                                             | Estado                    |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     |                           |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa                          | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                                                                                  | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa                     | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                                                                                  | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa                      | Cumple                    |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     | No procede <sup>(1)</sup> |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |                           |
| 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.                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |                           |
| Reserva seguridad: 9.6 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                           |
| Cumple                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Momento: 35.65 kN·m                                                 | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Momento: 239.41 kN·m                                                | Cumple                    |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cortante: 9.81 kN                                                   | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cortante: 179.72 kN                                                 | Cumple                    |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                           | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple                    |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |                           |
| Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |                           |
| Cumple                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |                           |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |                           |
| - N6:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                   | Cumple                    |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                     |                           |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013                                 | Cumple                    |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple                    |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                           |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm                                   | Cumple                    |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Calculado: 20 mm                                                    | Cumple                    |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                     |                           |
| Máximo: 30 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |                           |

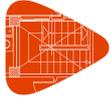


# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N6                                           |                                   |        |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                              |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26 |                                   |        |
| Comprobación                                             | Valores                           | Estado |
| - Armado inferior dirección X:                           | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                           | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                           | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                           | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE      | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                           | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                           | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                           | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                           | Calculado: 26 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>49.5                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                  | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                   | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                  | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                   | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                         | Mínimo: 20 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                     | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                     | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                  | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                   | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                     | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                     | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                  | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                   | Calculado: 20 cm                  | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                      |                                   |        |
| Información adicional:                                   |                                   |        |
| - Zapata de tipo rígido                                  |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04          |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24          |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN    |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN    |                                   |        |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                         |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                         |                                         |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                         |                                         |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Valores                                                                                                                                                 | Estado                                  |
| <b>Tensiones sobre el terreno:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>                                                                  | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa<br><br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa<br><br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa | Cumple<br><br>Cumple<br><br>Cumple      |
| <b>Vuelco de la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul> 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.<br>Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 9.6 %                                                                                                                                | No procede <sup>(1)</sup><br><br>Cumple |
| <b>Flexión en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                | Momento: 35.65 kN·m<br>Momento: 239.41 kN·m                                                                                                             | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Cortante en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               | Cortante: 9.81 kN<br>Cortante: 179.72 kN                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Compresión oblicua en la zapata:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes:</li> </ul> Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                     | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup>                                                                                     | Cumple                                  |
| <b>Alto mínimo:</b><br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                       | Cumple                                  |
| <b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- N11:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                                                                       | Cumple                                  |
| <b>Cantidad geométrica mínima:</b><br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                              | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple    |
| <b>Diámetro mínimo de las barras:</b><br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>                                                                                                                                                               | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                   | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                        | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                           | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple    |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> </ul>                                                                                                                                | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                               | Cumple<br>Cumple<br>Cumple              |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N11<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Cumple                                                                       |
| Longitud de anclaje:<br>49.5<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:<br>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:<br>- Armado sup. dirección X hacia der:<br>- Armado sup. dirección X hacia izq:<br>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:<br>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:<br>- Armado sup. dirección X hacia der:<br>- Armado sup. dirección X hacia izq:<br>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Información adicional:<br>- Zapata de tipo rígido<br>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04<br>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24<br>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN<br>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Referencia: N16<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE<br>- Tensión media en situaciones persistentes:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                    | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa                                                                                                                                                      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                   |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N16                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                    |                                         |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                    |                                         |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Valores                                                                                            | Estado                                  |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:<br>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.<br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 9.6 %                                                                           | No procede <sup>(1)</sup><br><br>Cumple |
| <b>Flexión en la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 35.65 kN·m<br>Momento: 239.41 kN·m                                                        | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Cortante en la zapata:</b><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                 | Cortante: 9.81 kN<br>Cortante: 179.72 kN                                                           | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Compresión oblicua en la zapata:</b><br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup>                                | Cumple                                  |
| <b>Alto mínimo:</b><br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                  | Cumple                                  |
| <b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b><br>- N16:                                                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                  | Cumple                                  |
| <b>Cantidad geométrica mínima:</b><br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                            | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013 | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple    |
| <b>Diámetro mínimo de las barras:</b><br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                              | Cumple<br>Cumple                        |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                      | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple    |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                      | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple    |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>49.5<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm                             | Cumple<br>Cumple                        |

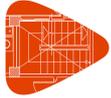


# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N16<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                      |                                                 |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                         | Estado                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 20 cm                                   |                           |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                          | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                          | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                             |                                                 |                           |
| Información adicional:<br>Zapata de tipo rígido<br>Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04<br>Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24<br>Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN<br>Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN |                                                 |                           |
| Referencia: N21<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                      |                                                 |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                         | Estado                    |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |                           |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                    | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa      | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                        | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                        | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa  | Cumple                    |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                                                            |                                                 | No procede <sup>(1)</sup> |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |                           |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |                           |
| 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.                                                          | Reserva seguridad: 9.6 %                        | Cumple                    |
| <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                                                            |                                                 |                           |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |                           |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N21                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                      | Valores                                                                                                                                                                                                                    | Estado                                                   |
| - En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                            | Momento: 35.65 kN·m<br>Momento: 239.41 kN·m                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                         |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 9.81 kN<br>Cortante: 179.72 kN                                                                                                                                                                                   | Cumple<br>Cumple                                         |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                               | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                        | Cumple                                                   |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                                                                                          | Cumple                                                   |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N21:                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                                                                                                                                          | Cumple                                                   |
| Cuántía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                              | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                                                                                         | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                  | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                      | Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                       | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                              | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                       | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                              | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br>49.5<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:<br>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:<br>- Armado sup. dirección X hacia der:<br>- Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N21                                                                                                                                                                                        |                                                 |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                            |                                                 |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                               |                                                 |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                         | Estado                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm               | Cumple                    |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                       | Mínimo: 20 cm                                   |                           |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | Calculado: 20 cm                                | Cumple                    |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                    |                                                 |                           |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                 |                                                 |                           |
| Zapata de tipo rígido                                                                                                                                                                                  |                                                 |                           |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04                                                                                                                                                          |                                                 |                           |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24                                                                                                                                                          |                                                 |                           |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN                                                                                                                                                    |                                                 |                           |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN                                                                                                                                                    |                                                 |                           |
| Referencia: N26                                                                                                                                                                                        |                                                 |                           |
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                            |                                                 |                           |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                               |                                                 |                           |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                         | Estado                    |
| Presiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                        |                                                 |                           |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                           | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa      | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa | Cumple                    |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa  | Cumple                    |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                   |                                                 |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      |                                                 | No procede <sup>(1)</sup> |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      |                                                 |                           |
| 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. |                                                 |                           |
|                                                                                                                                                                                                        | Reserva seguridad: 9.6 %                        | Cumple                    |
| <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                   |                                                 |                           |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                  |                                                 |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Momento: 35.65 kN·m                             | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Momento: 239.41 kN·m                            | Cumple                    |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                 |                                                 |                           |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 9.81 kN                               | Cumple                    |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 179.72 kN                             | Cumple                    |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                  | Cumple                                                                       |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N26:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                   | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                                                                                                                                                                   | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                            | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                            | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Longitud de anclaje:<br>49.5<br>- Armado inf. dirección X hacia der:<br>- Armado inf. dirección X hacia izq:<br>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:<br>- Armado sup. dirección X hacia der:<br>- Armado sup. dirección X hacia izq:<br>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:<br>- Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:<br>- Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cumple                                                                       |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N26<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                               |                                                                     |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                             | Valores                                                             | Estado           |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 cm                                                    | Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                  |
| Información adicional:<br>- Zapata de tipo rígido<br>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04<br>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24<br>Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN<br>Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN    |                                                                     |                  |
| Referencia: N31<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                               |                                                                     |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                             | Valores                                                             | Estado           |
| Dimensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                        |                                                                     |                  |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa                          | Cumple           |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                                 | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa                     | Cumple           |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                                 | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa                      | Cumple           |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:<br>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. |                                                                     |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Reserva seguridad: 9.6 %                                            | Cumple           |
| <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |                  |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Momento: 35.65 kN·m<br>Momento: 239.41 kN·m                         | Cumple<br>Cumple |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cortante: 9.81 kN<br>Cortante: 179.72 kN                            | Cumple<br>Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple           |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                     |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                   | Cumple           |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N31:                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                   | Cumple           |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1                                                                                                                                                                                             |                                                                     |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 0.0012                                                      |                  |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N31<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013<br>Calculado: 0.0013                                                                                                                                                                                                                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Separación máxima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Longitud de anclaje:<br>1.5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul>      | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul> | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                                                            | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N31<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Valores                                                             | Estado |
| Información adicional:<br>- Zapata de tipo rígido<br>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04<br>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24<br>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN<br>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN                         |                                                                     |        |
| Referencia: N36<br>Dimensiones: 260 x 260 x 95<br>Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE<br>- Tensión media en situaciones persistentes:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                           |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.114875 MPa                          | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.132533 MPa                     | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.22975 MPa                      | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:<br>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.<br>Sin momento de vuelco |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Reserva seguridad: 9.6 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Momento: 35.65 kN·m                                                 | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Momento: 239.41 kN·m                                                | Cumple |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cortante: 9.81 kN                                                   | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cortante: 179.72 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 71.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 95 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N36:                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 85 cm<br>Calculado: 87 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                              |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 0.0012<br>Calculado: 0.0013                                 | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 0.0013                                                   | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 20 mm                                   | Cumple |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculado: 20 mm                                                    | Cumple |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: N36                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 260 x 260 x 95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul> | Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 39 cm<br>Calculado: 39 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm<br>Mínimo: 38 cm<br>Calculado: 38 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Longitud mínima de las patillas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul>         | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 20 cm                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
| <b>Información adicional:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata de tipo rígido</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 724.76 kN</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 724.76 kN</li> </ul>                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| <p>Referencia: N41<br/>         Dimensiones: 310 x 310 x 95<br/>         Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26</p>                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 |                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                                                                                                                         | Estado                                                  |
| <p>Tensiones sobre el terreno:<br/>         Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>                                            | <p>Máximo: 0.2 MPa<br/>         Calculado: 0.0399267 MPa</p> <p>Máximo: 0.249959 MPa<br/>         Calculado: 0.0565056 MPa</p> <p>Máximo: 0.249959 MPa<br/>         Calculado: 0.102122 MPa</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>               |
| <p>Vuelco de la zapata:<br/>         Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul> | <p>Reserva seguridad: 7.3 %</p> <p>Reserva seguridad: 127.3 %</p>                                                                                                                               | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                             |
| <p>Flexión en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    | <p>Momento: 219.51 kN·m</p> <p>Momento: 116.57 kN·m</p>                                                                                                                                         | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                             |
| <p>Cortante en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   | <p>Cortante: 207.58 kN</p> <p>Cortante: 63.47 kN</p>                                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                             |
| <p>Compresión oblicua en la zapata:<br/>         - Situaciones persistentes:<br/>         Criterio de CYPE</p>                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Máximo: 5000 kN/m<sup>2</sup><br/>         Calculado: 49.4 kN/m<sup>2</sup></p>                                                                                                              | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Canto mínimo:<br/>         Criterio de CYPE</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Mínimo: 15 cm<br/>         Calculado: 95 cm</p>                                                                                                                                              | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Espacio para anclar arranques en cimentación:<br/>         - N41:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Mínimo: 85 cm<br/>         Calculado: 87 cm</p>                                                                                                                                              | <p>Cumple</p>                                           |
| <p>Cantidad geométrica mínima:<br/>         Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                        | <p>Mínimo: 0.0012</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p>                                                                       | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Diámetro mínimo de las barras:<br/>         Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>                                                                                                                                         | <p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 20 mm</p> <p>Calculado: 20 mm</p>                                                                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>                             |
| <p>Separación máxima entre barras:<br/>         Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                  | <p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p>                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Separación mínima entre barras:<br/>         Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                                  | <p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p>                                                                            | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |



|                                                          |                                   |        |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Referencia: N41                                          |                                   |        |
| Dimensiones: 310 x 310 x 95                              |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø20c/26 Yi: Ø20c/26 Xs: Ø20c/26 Ys: Ø20c/26 |                                   |        |
| Comprobación                                             | Valores                           | Estado |
| Longitud de anclaje:<br>49.5                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                     | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 44 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                     | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 44 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                  | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 42 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                   | Mínimo: 20 cm<br>Calculado: 42 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                     | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 44 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                     | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 44 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                  | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 42 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                   | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 42 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                      |                                   |        |
| Información adicional:                                   |                                   |        |
| Zapata de tipo rígido                                    |                                   |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.18            |                                   |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10            |                                   |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 864.16 kN      |                                   |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 864.16 kN      |                                   |        |

## 3.2. Vigas

### 3.2.1. Descripción

| Referencias                                                                                                                                                                                               | Geometría                        | Armado                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1] | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | Superior: 2Ø12<br>Inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25 |
| C [N43-N41], C [N1-N3], C [N21-N23], C [N11-N13] y C [N31-N33]                                                                                                                                            | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | Superior: 2Ø12<br>Inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25 |

### 3.2.2. Medición

| Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1] | B 500 S, Ys=1.15          |                    | Total         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| Nombre de armado                                                                                                                                                                                                       | Ø8                        | Ø12                |               |
| Armado viga - Armado inferior                                                                                                                                                                                          | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 2x5.30<br>2x4.71   | 10.60<br>9.41 |
| Armado viga - Armado superior                                                                                                                                                                                          | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 2x5.30<br>2x4.71   | 10.60<br>9.41 |
| Armado viga - Estribo                                                                                                                                                                                                  | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 10x1.33<br>10x0.52 | 13.30<br>5.25 |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                  |                |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|----------------|-------|
| Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23],<br>C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N41-N36],<br>C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11],<br>C [N11-N6] y C [N6-N1] |                           | B 500 S, Ys=1.15 |                | Total |
| Nombre de armado                                                                                                                                                                                                                |                           | Ø8               | Ø12            |       |
| Totales                                                                                                                                                                                                                         | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 13.30<br>5.25    | 21.20<br>18.82 | 24.07 |
| Total con mermas<br>(10.00%)                                                                                                                                                                                                    | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 14.63<br>5.78    | 23.32<br>20.70 | 26.48 |

|                                                                                |                           |                    |                    |                |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Referencias: C [N43-N41], C [N1-N3], C [N21-N23],<br>C [N11-N13] y C [N31-N33] |                           | B 500 S, Ys=1.15   |                    | Total          |
| Nombre de armado                                                               |                           | Ø8                 | Ø12                |                |
| Armado viga - Armado inferior                                                  | Longitud (m)<br>Peso (kg) |                    | 2x20.30<br>2x18.02 | 40.60<br>36.05 |
| Armado viga - Armado superior                                                  | Longitud (m)<br>Peso (kg) |                    | 2x20.30<br>2x18.02 | 40.60<br>36.05 |
| Armado viga - Estribo                                                          | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 69x1.33<br>69x0.52 |                    | 91.77<br>36.21 |
| Totales                                                                        | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 91.77<br>36.21     | 81.20<br>72.10     | 108.31         |
| Total con mermas<br>(10.00%)                                                   | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 100.95<br>39.83    | 89.32<br>79.31     | 119.14         |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

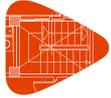
| Elemento                                                                                                                                                                                                                        | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |          |         | Hormigón (m³) |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|---------|---------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                 | Ø8                    | Ø12      | Total   | HA-25, Yc=1.5 | Limpieza |
| Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23],<br>C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N41-N36],<br>C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11],<br>C [N11-N6] y C [N6-N1] | 16x5.78               | 16x20.70 | 423.68  | 16x0.34       | 16x0.09  |
| Referencias: C [N43-N41], C [N1-N3], C [N21-N23],<br>C [N11-N13] y C [N31-N33]                                                                                                                                                  | 5x39.83               | 5x79.31  | 595.70  | 5x2.70        | 5x0.68   |
| Totales                                                                                                                                                                                                                         | 291.63                | 727.75   | 1019.38 | 19.02         | 4.76     |

Producción por Universidad de Cádiz



## 3.2.3. Comprobación

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1.1 [N3-N8] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25                                                            |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>No llegan estados de carga a la cimentación.     |                                                        |                  |
| Referencia: C.1.1 [N8-N13] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25                                                               |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>- No llegan estados de carga a la cimentación. |                                                        |                  |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1.1 [N13-N18] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25                                                          |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>No llegan estados de carga a la cimentación.     |                                                        |                  |
| Referencia: C.1.1 [N18-N23] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25                                                              |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>- No llegan estados de carga a la cimentación. |                                                        |                  |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1.1 [N23-N28] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25                                                          |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>No llegan estados de carga a la cimentación.     |                                                        |                  |
| Referencia: C.1.1 [N28-N33] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25                                                              |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>- No llegan estados de carga a la cimentación. |                                                        |                  |

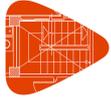


# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                               |                                      |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| Referencia: C.1.1 [N33-N38] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25 |                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                  | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                     | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                           | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                    | Mínimo: 3.5 cm                       |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                           | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm  | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE                                                                                                  | Máximo: 30 cm                        |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                           |                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                        |                                      |        |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)                      |                                      |        |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                  |                                      |        |
| Referencia: C.1.1 [N38-N43] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25     |                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                  | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                     | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                           | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                    | Mínimo: 3.5 cm                       |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                           | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm  | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE                                                                                                  | Máximo: 30 cm                        |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                           |                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                        |                                      |        |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)                    |                                      |        |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                      |        |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1.1 [N43-N41] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25                                                          |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>No llegan estados de carga a la cimentación.     |                                                        |                  |
| Referencia: C.1.1 [N41-N36] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25                                                              |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>- No llegan estados de carga a la cimentación. |                                                        |                  |

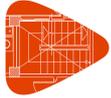


# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1.1 [N36-N31] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25                                                          |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>No llegan estados de carga a la cimentación.     |                                                        |                  |
| Referencia: C.1.1 [N31-N26] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25                                                              |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>- No llegan estados de carga a la cimentación. |                                                        |                  |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                               |                                      |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| Referencia: C.1.1 [N26-N21] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25 |                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                  | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                     | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                           | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                    | Mínimo: 3.5 cm                       |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                           | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm  | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE                                                                                                  | Máximo: 30 cm                        |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                           |                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                        |                                      |        |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)                      |                                      |        |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                  |                                      |        |
| Referencia: C.1.1 [N21-N16] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25     |                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                  | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                     | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                           | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                    | Mínimo: 3.5 cm                       |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                           | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm  | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE                                                                                                  | Máximo: 30 cm                        |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                           |                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                        |                                      |        |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)                    |                                      |        |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                      |        |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                               |                                      |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| Referencia: C.1.1 [N16-N11] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25 |                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                  | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                     | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                           | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                    | Mínimo: 3.5 cm                       |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                           | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm  | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE                                                                                                  | Máximo: 30 cm                        |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                           |                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                        |                                      |        |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)                      |                                      |        |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                  |                                      |        |
| Referencia: C.1.1 [N11-N6] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25      |                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                  | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                     | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                           | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                    | Mínimo: 3.5 cm                       |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                           | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm  | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE                                                                                                  | Máximo: 30 cm                        |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                          | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                           |                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                        |                                      |        |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)                    |                                      |        |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                      |        |



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1.1 [N6-N1] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25                                                            |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>No llegan estados de carga a la cimentación.     |                                                        |                  |
| Referencia: C.1.1 [N1-N3] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25                                                                |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>- No llegan estados de carga a la cimentación. |                                                        |                  |



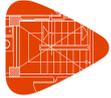
# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1.1 [N21-N23] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25                                                          |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>No llegan estados de carga a la cimentación.     |                                                        |                  |
| Referencia: C.1.1 [N11-N13] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/25                                                              |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                                                                                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                             | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                                                                                    | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                                                           | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                    |                                                        |                  |
| Información adicional:<br>- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>- No llegan estados de carga a la cimentación. |                                                        |                  |

Producción por una versión educativa de CYPE



# Listados

nave\_porticos\_proyecto3d

Fecha: 26/05/24

| Referencia: C.1.1 [N31-N33] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/25 |                                                        |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                  | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                     | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)                                                                           | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 24.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                    | Mínimo: 3.5 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)                                                           | Máximo: 25.2 cm<br>Calculado: 25 cm                    | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Criterio de CYPE<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                           |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                        |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)                      |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                  |                                                        |                  |

Producido por una versión educativa de CYPE



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO IX: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                |   |
|----------------------------------------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                          | 2 |
| 2. INVERSIÓN .....                                             | 2 |
| 3. INGRESOS .....                                              | 3 |
| 4. GASTOS .....                                                | 3 |
| 4.1. MATERIAS PRIMAS .....                                     | 3 |
| 4.2. MANO DE OBRA .....                                        | 3 |
| 4.3. SERVICIOS INDUSTRIALES .....                              | 4 |
| 4.3.1. ENERGÍA.....                                            | 4 |
| 4.3.2. AGUA, ALCANTARILLADO Y BASURAS.....                     | 5 |
| 4.3.3. COSTE TOTAL POR SERVICIOS INDUSTRIALES .....            | 5 |
| 4.4. OPERACIÓN Y MENTENIMIENTO .....                           | 6 |
| 4.5. RESUMEN DE GASTOS .....                                   | 6 |
| 5. BENEFICIOS .....                                            | 6 |
| 6. RENTABILIDAD DEL PROYECTO .....                             | 7 |
| 6.1. VAN Y TIR (ESCENARIO 1: SIN SUBVENCIÓN) .....             | 7 |
| 6.2. VAN Y TIR (ESCENARIO 2: SUBVENCIÓN 40% DE INVERSIÓN)..... | 9 |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe persigue el objetivo de determinar si el proyecto es rentable y sostenible desde el punto de vista económico. Está constituido por un estudio económico a nivel general, planificando mediante estimaciones y previsiones los cálculos realizados hasta la determinación de los datos de rentabilidad esperados.

En él se tendrán en cuenta dos escenarios, uno de ellos para un 100% de la inversión empleando fondos propios, y otro recibiendo una subvención de parte de la inversión inicial.

Las razones por las que este proyecto podría estar sujeto a financiación de fondos públicos serían:

- Por un lado, contribuye a la reducción de la dependencia sobre los combustibles fósiles, incentivando el uso de biocombustibles. Los gobiernos, y especialmente la Unión Europea, suelen subvencionar los proyectos que promueven la transición energética hacia fuentes más limpias y renovables.
- Por otro lado, contribuye al aprovechamiento de los residuos agrícolas, tales como las manzanas procedentes del aclareo y los restos de poda, convirtiéndose en un proyecto con un modelo de economía circular.
- Además, contribuye a la lucha contra el cambio climático, ya que el balance de carbono del bioetanol es más favorable que el de los combustibles fósiles.
- Finalmente, fomenta el desarrollo rural, promoviendo el desarrollo económico local y creando empleo en zonas afectadas por la despoblación.

Por todos estos motivos, se va a tener en consideración un escenario que contemplará un aporte de capital del 40% sobre la inversión inicial, y se comparará la rentabilidad del proyecto para ambos escenarios.

## 2. INVERSIÓN

La inversión total de este proyecto, tal y como se refleja en el Documento IV: Mediciones y Presupuesto, asciende a 1.083.067,54 €.

En el caso de recibir una subvención del 40%, la inversión inicial sería de 649.840,52 €.

Esta será la única variable que va a diferenciar los dos escenarios planteados, tanto ingresos como gastos (y por tanto, beneficios), van a ser iguales.

### 3. INGRESOS

La única fuente de ingresos de este proyecto provendrá de la venta del bioetanol producido. Suponiendo un precio medio del bioetanol en España para mezcla con gasolina de 1,6865 €/litro y una producción anual estimada de 86,01 toneladas, tal y como se detalla en el Anejo V: Balance de materia, hacemos el cálculo de los ingresos que vamos a obtener teniendo en cuenta que la densidad del bioetanol es de 0,7893 kg/l:

$$\text{Ingresos} = \frac{86.010 \text{ kg}}{0,7893 \text{ kg/l}} \cdot 1,6865 \text{ €/l} = 183.777,86 \text{ €}$$

Los ingresos esperados son de 183.777,86 €.

El dato de precio promedio del bioetanol ha sido obtenido del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

### 4. GASTOS

Los gastos contemplados en este proyecto van a ser:

- Materias primas
- Mano de obra
- Servicios industriales
- Operación y mantenimiento

De manera detallada:

#### 4.1. MATERIAS PRIMAS

Los gastos procedentes de la adquisición de las materias primas van a ser nulos, ya que el promotor va a ceder estos residuos para su posterior aprovechamiento en la obtención del bioetanol.

#### 4.2. MANO DE OBRA

Los gastos procedentes de la mano de obra se van a obtener como suma de los costes de los salarios de los empleados que van a llevar a cabo las diferentes labores durante todo el proceso.

A continuación, se va a calcular el gasto total por mano de obra, expresado en la siguiente tabla:

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Tabla 1: Costes por mano de obra

| <i>LABOR</i>                         | <i>NÚMERO DE EMPLEADOS</i> | <i>MESES TRABAJO / AÑO</i> | <i>COSTE / MES y EMPLEADO (€)</i> | <i>TOTAL COSTE (€)</i> |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| <i>Recolección de manzanas</i>       | <b>2</b>                   | <b>3</b>                   | <b>1450</b>                       | <b>8700</b>            |
| <i>Recolección de restos de poda</i> | <b>5</b>                   | <b>4</b>                   | <b>1500</b>                       | <b>30000</b>           |
| <i>Operación máquinas</i>            | <b>3</b>                   | <b>6</b>                   | <b>1450</b>                       | <b>26100</b>           |
| <i>Oficina/ administración</i>       | <b>2</b>                   | <b>6</b>                   | <b>1500</b>                       | <b>18000</b>           |

Fuente: Elaboración propia

EL TOTAL DE GASTOS POR MANO DE OBRA ASCIENDE A 82.800 € (IMPUESTOS INCLUIDOS, EL COSTE / MES y EMPLEADO REFLEJA EL SALARIO BRUTO MENSUAL).

## 4.3. SERVICIOS INDUSTRIALES

Es entenderá por servicios industriales al conjunto de actividades que van a dar soporte técnico, logístico y operativo a la planta de producción de bioetanol. En el presente estudio de viabilidad económica se van a tener en consideración los siguientes servicios industriales.

### 4.3.1. ENERGÍA

Para el cálculo de los gastos por energía eléctrica se va a tener en consideración la potencia total de toda la maquinaria instalada, y se va a suponer un tiempo de uso anual que, multiplicado por el precio del kWh, nos dará una aproximación del coste para este concepto.

Por otro lado, se descontará la energía aportada por la caldera de biomasa, obteniendo así una estimación total de los gastos energéticos.

## ANEJO IX: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Tabla 2: Costes de electricidad asociados a maquinaria

| CONCEPTO                          | POTENCIA<br>(kW) | HORAS DE<br>USO / AÑO | PRECIO kWh   | COSTE           |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------|--------------|-----------------|
| Lavadora de frutas                | 5,74             | 730                   | 0,1706       | 714,85          |
| Cortadora y trituradora           | 5,5              | 1095                  | 0,1706       | 1027,44         |
| Reactor de explosión a vapor      | 45               | 2190                  | 0,1706       | 16812,63        |
| Biorreactor SFS                   | 15               | 7200                  | 0,1706       | 18424,80        |
| Columna de destilación            | 5,5              | 1825                  | 0,1706       | 1712,40         |
| Equipo de destilación azeotrópica | 4,8              | 1825                  | 0,1706       | 1494,46         |
| Iluminación                       | 1,2              | 1800                  | 0,1706       | 368,50          |
|                                   |                  |                       | <b>TOTAL</b> | <b>40555,08</b> |

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se va a tener en cuenta que el empleo de la caldera de biomasa va a reducir el coste energético global por servicios industriales, dado que la energía que esta va a aportar no va a ser suministrada por la red eléctrica. De esta manera, podemos hacer un cálculo aproximado del ahorro debido a la quema de los restos de poda.

Suponiendo un uso anual de la caldera de biomasa de 500 horas, y teniendo en cuenta que la potencia de la caldera es de 500 kW, calculamos:

$$500 \text{ kW} \cdot 500 \text{ h} \cdot 0,1706 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 42.650 \text{ €}$$

### 4.3.2. AGUA, ALCANTARILLADO Y BASURAS

Los costes asociados a agua, alcantarillado y basuras son 2.000 € IVA incluido.

### 4.3.3. COSTE TOTAL POR SERVICIOS INDUSTRIALES

Debido al uso de la caldera de biomasa para el aporte energético a los procesos, el COSTE DE LA ENERGÍA ASOCIADO A SERVICIOS INDUSTRIALES es prácticamente nulo, siendo este de un total de 94,92 € (IVA incluido).

#### 4.4. OPERACIÓN Y MENTENIMIENTO

El gasto de operación y mantenimiento va a ascender a un 5% de los ingresos. De esta manera:

$$\text{Gastos op. y mant.} = 183.777,86 \cdot 0,05 = 9.188,89 \text{ €}$$

EL COSTE TOTAL POR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ASCIENDE A 9.188,89 € (IVA incluido)

#### 4.5. RESUMEN DE GASTOS

En el siguiente cuadro resumen se recogen todos los datos que se han contemplado en este proyecto.

Tabla 3: Resumen de gastos

| <b>GASTO</b>                     | <b>COSTE (sin IVA)</b> | <b>IVA</b>   | <b>COSTE TOTAL (IVA INCLUIDO)</b> |
|----------------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|
| <i>Materias primas</i>           |                        |              | 0                                 |
| <i>Mano de obra</i>              |                        |              | 82.800                            |
| <i>Servicios industriales</i>    | 74,99                  | 19,93        | 94,92                             |
| <i>Operación y mantenimiento</i> | 7.259,23               | 1.929,66     | 9.188,89                          |
|                                  |                        | <b>TOTAL</b> | <b>92.083,81 €</b>                |

Fuente: Elaboración propia

EI TOTAL DE GASTOS DEL PROYECTO ASCIENDE A 92.083,81 €.

### 5. BENEFICIOS

Los beneficios anuales se calculan restando los gastos a los ingresos, como observamos en la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficios} = \text{Ingresos} - \text{Gastos} = 183.777,86 - 92.083,81 = 91694,05 \text{ €}$$

Los beneficios estimados ascienden a 91694,05 €.

## 6. RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Para el análisis de rentabilidad del proyecto emplearemos el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

### 6.1. VAN Y TIR (ESCENARIO 1: SIN SUBVENCIÓN)

El VAN es un criterio de inversión consistente en actualizar pagos y cobros con el objetivo de conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.

Su expresión matemática será:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

- $F_t$  representa los flujos de caja en cada periodo  $t$
- $I_0$  es el valor de desembolso inicial de la inversión
- $n$  es el número de periodos considerado
- $k$  es la tasa de descuento (3%)

La inversión es rentable a partir del momento en el que el VAN es positivo.

La TIR es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es el porcentaje de beneficio o pérdida que conllevará esta. Está muy relacionada con el VAN y facilita la toma de decisiones sobre la inversión a realizar. Se compara con la tasa de descuento,  $k$  (3%). Una inversión empieza a ser rentable cuando la TIR supera la tasa de descuento.

Se define la TIR como el valor que se obtiene al igualar el VAN a cero:

$$TIR: VAN = 0$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

En la tabla siguiente se va a reflejar el VAN y la TIR para cada uno de los años hasta que el proyecto sea rentable.

Tabla 4: VAN y TIR sin subvención

| AÑO | VAN        | TIR (%) |
|-----|------------|---------|
| 1   | -994044,19 | -91,534 |
| 2   | -907613,75 | -66,364 |
| 3   | -823700,71 | -46,346 |
| 4   | -742231,73 | -32,629 |
| 5   | -663135,64 | -23,18  |
| 6   | -586343,32 | -16,484 |
| 7   | -511787,66 | -11,596 |
| 8   | -439403,53 | -7,93   |
| 9   | -369127,68 | -5,118  |
| 10  | -300898,69 | -2,918  |
| 11  | -234656,96 | -1,168  |
| 12  | -170344,6  | 0,244   |
| 13  | -107905,41 | 1,398   |
| 14  | -47284,84  | 2,352   |
| 15  | 11570,08   | 3,147   |

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se comprueba que este proyecto es rentable a partir del decimoquinto año, ya que el importe del VAN es superior a cero. A partir de este año, el VAN es mayor. A mayor tiempo de duración del proyecto, mayor viabilidad, dada su alta rentabilidad.

La TIR en el decimoquinto año supera la Tasa de Descuento del 3%, por lo que a partir de ese mismo momento se considera una inversión rentable. Así mismo, a mayor tiempo de funcionamiento del proyecto, mayor rentabilidad de la inversión.

Si calculamos el payback o plazo de recuperación de la inversión para este supuesto, obtenemos que la inversión se recupera en 15 años. Si queremos ser más precisos, los flujos de caja de todos los años son:

$$-1.083.067,54/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05$$

De este modo, si calculamos:

$$\frac{47.284,84}{47.284,84 + 11.570,08} \cdot 12 = 9,63 \approx 10 \text{ meses}$$

## ANEJO IX: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

En la ecuación se toma el valor del VAN del penúltimo año y se divide por la suma de ese mismo valor y el VAN del año siguiente, luego multiplicando por 12 para calcular los meses que tarda en recuperarse la inversión a partir del primer año.

Por tanto, podemos concluir que la inversión se recupera en un plazo de 14 años y 10 meses.

### 6.2. VAN Y TIR (ESCENARIO 2: SUBVENCIÓN 40% DE INVERSIÓN)

En el siguiente cuadro se recogen el VAN y la TIR para el segundo escenario, contemplando una subvención del 40 % respecto a la inversión inicial.

Tabla 5: VAN y TIR con subvención del 40% sobre la inversión inicial

| AÑO | VAN        | TIR (%) |
|-----|------------|---------|
| 1   | -560817,17 | -85,89  |
| 2   | -474386,73 | -54,724 |
| 3   | -390473,69 | -33,176 |
| 4   | -309004,71 | -19,514 |
| 5   | -229908,62 | -10,604 |
| 6   | -153116,3  | -4,56   |
| 7   | -78560,64  | -0,308  |
| 8   | -6176,51   | 2,774   |
| 9   | 64099,34   | 5,066   |

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se comprueba que este proyecto es rentable a partir del noveno año, ya que el importe del VAN es superior a cero. A partir de este año, el VAN es mayor. A mayor tiempo de duración del proyecto, mayor viabilidad, dada su alta rentabilidad.

La TIR en el noveno año supera la Tasa de Descuento del 3%, por lo que a partir de ese mismo momento se considera una inversión rentable. Así mismo, a mayor tiempo de funcionamiento del proyecto, mayor rentabilidad de la inversión.

Observamos que el proyecto aumenta considerablemente su rentabilidad recibiendo un 40% de subvención, reduciendo en aproximadamente 6 años el plazo de recuperación de la inversión.

Si calculamos el payback o plazo de recuperación:

$$-649.840,52/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05/91694,05$$

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE  
PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

$$\frac{6.176,51}{6.176,51 + 64.099,34} \cdot 12 = 1,0547 \approx 2 \text{ meses}$$

El plazo de recuperación para el segundo de los escenarios planteados, recibiendo una subvención del 40 % sobre la inversión inicial, es de 8 años y 2 meses.



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **ANEJO X: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|        |                                                        |    |
|--------|--------------------------------------------------------|----|
| 1.     | OBJETO DEL ESTUDIO .....                               | 3  |
| 2.     | CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....                        | 3  |
| 2.1.   | DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y EMPLAZAMIENTO .....           | 3  |
| 2.2.   | PROMOTOR DE LA OBRA.....                               | 4  |
| 2.3.   | COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD .....      | 4  |
| 2.4.   | PRESUPUESTO .....                                      | 4  |
| 2.5.   | PLAZO DE EJECUCIÓN.....                                | 4  |
| 2.6.   | MANO DE OBRA.....                                      | 4  |
| 3.     | IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN..... | 4  |
| 3.1.   | MOVIMIENTO DE TIERRAS .....                            | 4  |
| 3.1.1. | RIESGOS FRECUENTES .....                               | 5  |
| 3.1.2. | MEDIDAS PREVENTIVAS .....                              | 5  |
| 3.1.3. | EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....                 | 5  |
| 3.2.   | CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA .....                         | 6  |
| 3.2.1. | RIESGOS MÁS FRECUENTES.....                            | 6  |
| 3.2.2. | MEDIDAS PREVENTIVAS .....                              | 6  |
| 3.2.3. | PROTECCIONES INDIVIDUALES .....                        | 6  |
| 3.3.   | CUBIERTA.....                                          | 7  |
| 3.3.1. | RIESGOS MÁS FRECUENTES.....                            | 7  |
| 3.3.2. | MEDIDAS PREVENTIVAS .....                              | 7  |
| 3.3.3. | PROTECCIONES INDIVIDUALES .....                        | 8  |
| 3.4.   | ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS .....                       | 8  |
| 3.4.1. | RIESGOS MÁS FRECUENTES.....                            | 8  |
| 3.4.2. | MEDIDAS PREVENTIVAS .....                              | 8  |
| 3.4.3. | PROTECCIONES INDIVIDUALES .....                        | 9  |
| 3.5.   | TERMINACIONES .....                                    | 9  |
| 3.5.1. | RIESGOS MÁS FRECUENTES.....                            | 9  |
| 3.5.2. | MEDIDAS PREVENTIVAS .....                              | 10 |
| 3.5.3. | PROTECCIONES INDIVIDUALES .....                        | 10 |
| 3.6.   | INSTALACIONES .....                                    | 10 |

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE  
PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

|               |                                                                               |           |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.6.1.</b> | <b>RIESGOS MÁS FRECUENTES</b> .....                                           | 10        |
| <b>3.6.2.</b> | <b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b> .....                                              | 11        |
| <b>3.6.3.</b> | <b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b> .....                                        | 11        |
| <b>3.7.</b>   | <b>TRABAJOS POSTERIORES</b> .....                                             | 11        |
| <b>3.7.1.</b> | <b>RIESGOS MÁS FRECUENTES</b> .....                                           | 12        |
| <b>3.7.2.</b> | <b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b> .....                                              | 12        |
| <b>3.7.3.</b> | <b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b> .....                                        | 12        |
| <b>4.</b>     | <b>TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES</b> .....                         | <b>12</b> |
| <b>5.</b>     | <b>FORMACIÓN</b> .....                                                        | <b>13</b> |
| <b>9.1.</b>   | <b>OBLIGACIONES DEL PROMOTOR</b> .....                                        | 15        |
| <b>9.2.</b>   | <b>OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE<br/>SEGURIDAD Y SALUD</b> ..... | 15        |
| <b>9.3.</b>   | <b>OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS</b> .....                                 | 15        |
| <b>9.4.</b>   | <b>OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS</b> .....                       | 16        |

## 1. OBJETO DEL ESTUDIO

El Estudio de Seguridad y Salud descrito a continuación establece las medidas de prevención de riesgos, tales como accidentes y enfermedades profesionales, derivados de la construcción de la planta de producción de bioetanol descrita en este proyecto, así como de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de esta. También se establecen las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores que participarán en las labores previamente mencionadas relacionadas con la obra.

El objeto de este estudio consiste en proporcionar unas directrices básicas a la empresa constructora bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo en los Proyectos de Edificaciones y de Obras Públicas. Estas directrices indican las actividades que la empresa constructora deberá llevar a cabo dentro de sus obligaciones en el campo de prevención de riesgos profesionales, de forma que estos puedan ser evitados, para lo que se indicarán las medidas técnicas necesarias. Respecto a los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, se especifican las medidas preventivas y las protecciones técnicas propuestas para controlar y reducir riesgos.

En el artículo 4 de este Real Decreto se impone la obligatoriedad de la redacción de este estudio en caso de cumplirse alguno de los siguientes supuestos:

- *Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).*
- *Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.*
- *Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.*
- *Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.*

En este caso, cumple con el primero de los supuestos ya que el presupuesto de ejecución por contrata asciende a 1,083.067,54 €, por lo que el presente estudio se abordará como se muestra a continuación.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y EMPLAZAMIENTO

La obra de la que es objeto el presente estudio consiste en la construcción de una nave en la localidad de El Burgo de Osma, situada en la provincia de Soria.

## **2.2. PROMOTOR DE LA OBRA**

El promotor de la presente obra será la empresa NUFRI RESP LIMIT.

## **2.3. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

Será necesaria la designación de una figura del Coordinador en materia de Seguridad y Salud siempre que en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos. En la introducción del Real Decreto 1627/1997 y en el apartado 2 del Artículo 2 se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Esto se debe tener en cuenta, ya que en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, por lo que será previsible la existencia del Coordinador en la fase de ejecución.

Cabe destacar que la designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

## **2.4. PRESUPUESTO**

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de 1,083.067,54 €.

## **2.5. PLAZO DE EJECUCIÓN**

El plazo de ejecución de la obra previsto es de 20 semanas.

## **2.6. MANO DE OBRA**

El personal mínimo que se prevé será necesario para llevar a cabo la construcción de esta obra asciende a 20 trabajadores.

# **3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN**

A continuación, se exponen los riesgos más frecuentes asociados a los diferentes trabajos pertenecientes a la ejecución de la obra, así como las medidas preventivas, las protecciones colectivas y los equipos de protección individual (EPI) necesarios para esos trabajos.

## **3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

### 3.1.1. RIESGOS FRECUENTES

Aunque los riesgos asociados a una obra de construcción son muchos y muy variados, a continuación, se exponen los más habituales:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios al interior de una excavación
- Caídas de objetos o materiales transportados sobre los operarios
- Caídas de objetos o materiales transportados al interior de la excavación
- Cortes o golpes en el cuerpo de los operarios
- Desplomes, desprendimientos, hundimiento de la tierra
- Sobreesfuerzo de los operarios
- Electrocuciiones directas o indirectas con distintas instalaciones de la obra
- Enfermedades o irritaciones por el manejo de ciertos materiales
- Intoxicación por inhalación de humo o de ciertos gases
- Cuerpos externos en los ojos de los operarios
- Contaminación acústica y enfermedades de oído por ruido

### 3.1.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

De nuevo, son muchas las precauciones que se deben tomar durante el transcurso de una obra de construcción. Sin embargo, a continuación, se enumeran las medidas básicas más importantes que se deben tomar para prevenir los riesgos mencionados anteriormente.

- Instalación de tableros o planchas en huecos existentes en superficies horizontales
- Instalación de barandillas en los bordes de una excavación
- Se debe priorizar el orden en la zona de trabajo, así como asegurar que esta esté despejada.
- Limpieza de bolos y viseras
- Avisadores ópticos y acústicos en la maquinaria
- Instalación de apuntalamientos y apeos
- Cabinas o pórticos de seguridad
- Procurar no permanecer debajo o enfrente de la excavación
- Procurar no permanecer debajo de máquinas o cargas suspendidas
- Mantener cierta distancia de seguridad respecto de las líneas eléctricas
- Permitir el acceso a la obra sólo a personas especializadas o relacionadas con ella.

### 3.1.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Para complementar las medidas de seguridad anteriormente mencionadas, se describen a continuación, los equipos de protección individual (EPIs) que se requerirán en el interior de la obra, en los alrededores, o en ciertas situaciones o durante el transcurso de ciertas actividades de la obra.

- Botas o calzado de goma y/o con puntera reforzada
- Botas o calzado impermeable

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla protectora de humos o gases
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Ropa de trabajo
- Ropa impermeable
- Casco de seguridad homologado

### **3.2. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA**

#### **3.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES**

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de operarios al vacío
- Caídas de objetos o materiales transportados sobre operarios
- Choques o golpes de los operarios contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Contaminación acústica, ruido
- Cortes o golpes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Vibraciones
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Desplomes, desprendimientos, hundimiento del terreno
- Inhalación de humo o gases
- Cuerpos externos en los ojos

#### **3.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Instalación de barandillas, pasos o pasarelas
- Instalación de redes verticales, marquesinas rígidas, andamios de seguridad
- Instalación de tableros o planchas sobre agujeros a nivel horizontal
- Instalación de escaleras de acceso y auxiliares adecuadas, protegidas
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria
- Iluminación natural o artificial adecuada
- Distancia de seguridad respecto a las líneas eléctricas

#### **3.2.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

- Botas o calzado de goma y/o con puntera reforzada
- Botas o calzado impermeable
- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables

## ANEJO X: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla protectora de humos o gases
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Ropa de trabajo
- Ropa impermeable
- Casco de seguridad homologado

### 3.3. CUBIERTA

#### 3.3.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de operarios al vacío
- Caídas de objetos o materiales transportados sobre operarios
- Choques o golpes de los operarios contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Contaminación acústica, ruido
- Cortes o golpes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Vibraciones
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Desplomes, desprendimientos, hundimiento del terreno
- Inhalación de humo o gases
- Cuerpos externos en los ojos
- Condiciones meteorológicas adversas
- Quemaduras
- Lesiones durante el acceso al lugar de trabajo
- Lesiones por el almacenamiento inadecuado de productos combustibles

#### 3.3.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Instalación de barandillas, pasos o pasarelas
- Instalación de redes verticales y horizontales, marquesinas rígidas, andamios de seguridad
- Instalación de tableros o planchas sobre agujeros a nivel horizontal
- Instalación de escaleras de acceso y auxiliares adecuadas, protegidas
- Instalación de paneles de protección de las partes móviles de la maquinaria
- Plataformas de descarga de materiales
- Proceso de evacuación de escombros
- Habilitar caminos de seguridad

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **3.3.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

- Botas o calzado de goma y/o con puntera reforzada
- Botas o calzado impermeable
- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla protectora de humos o gases
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Ropa de trabajo
- Ropa impermeable
- Casco de seguridad homologado
- Polainas, mandiles

## **3.4. ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS**

### **3.4.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES**

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de operarios al vacío
- Caídas de objetos o materiales transportados sobre operarios
- Choques o golpes de los operarios contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Contaminación acústica, ruido
- Cortes o golpes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Vibraciones
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Desplomes, desprendimientos, hundimiento del terreno
- Inhalación de humo o gases
- Cuerpos externos en los ojos
- Condiciones meteorológicas adversas
- Quemaduras
- Lesiones durante el acceso al lugar de trabajo
- Lesiones por el almacenamiento inadecuado de productos combustibles

### **3.4.2. MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Instalación de barandillas, pasos o pasarelas
- Instalación de redes verticales y horizontales, marquesinas rígidas, andamios de seguridad
- Instalación de tableros o planchas sobre agujeros a nivel horizontal
- Instalación de escaleras de acceso y auxiliares adecuadas, protegidas
- Instalación de paneles de protección de las partes móviles de la maquinaria

## ANEJO X: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Plataformas de descarga de materiales
- Proceso de evacuación de escombros
- Habilitar caminos de seguridad
- Iluminación natural o artificial adecuada
- Limpieza de las zonas de trabajo o de tránsito

### 3.4.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas o calzado de goma y/o con puntera reforzada
- Botas o calzado impermeable
- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla protectora de humos o gases
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Ropa de trabajo
- Ropa impermeable
- Casco de seguridad homologado

## 3.5. TERMINACIONES

Incluye los procesos de alicatado, enfoscado, elucido, falsos techos, solado, pintura, carpintería, cerrajería y vidriera.

### 3.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de operarios al vacío
- Caídas de objetos o materiales transportados sobre operarios
- Choques o golpes de los operarios contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Contaminación acústica, ruido
- Cortes o golpes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Vibraciones
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Desplomes, desprendimientos, hundimiento del terreno
- Inhalación de humo o gases
- Cuerpos externos en los ojos
- Trabajo en zonas húmedas o mojadas
- Explosiones e incendios
- Radiaciones y derivados de soldadura
- Quemaduras
- Lesiones durante el acceso al lugar de trabajo
- Lesiones por el almacenamiento inadecuado de productos combustibles

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

- Atropellos, colisiones, vuelcos de camiones
- Dermatitis por contacto con cemento y cal

### **3.5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Instalación de barandillas, pasos o pasarelas
- Instalación de redes verticales y horizontales, marquesinas rígidas, andamios de seguridad
- Instalación de tableros o planchas sobre agujeros a nivel horizontal
- Instalación de escaleras de acceso y auxiliares adecuadas, protegidas
- Instalación de paneles de protección de las partes móviles de la maquinaria
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria
- Plataformas de descarga de materiales
- Proceso de evacuación de escombros
- Limpieza de las zonas de trabajo o de tránsito

### **3.5.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

- Botas o calzado de goma y/o con puntera reforzada
- Botas o calzado impermeable
- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla protectora de humos o gases
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Ropa de trabajo
- Casco de seguridad homologado
- Pantalla de soldador

## **3.6. INSTALACIONES**

Incluye la instalación de la electricidad, la fontanería, el gas, el aire acondicionado y la calefacción, las antenas y los pararrayos.

### **3.6.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES**

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de operarios al vacío
- Caídas de objetos o materiales transportados sobre operarios
- Choques o golpes de los operarios contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Contaminación acústica, ruido
- Cortes o golpes en manos y pies
- Sobreesfuerzos

## ANEJO X: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Vibraciones
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Desplomes, desprendimientos, hundimiento del terreno
- Inhalación de humo, vapores o gases
- Cuerpos externos en los ojos
- Trabajo en zonas húmedas o mojadas
- Explosiones e incendios
- Radiaciones y derivados de soldadura
- Quemaduras
- Lesiones durante el acceso al lugar de trabajo
- Afecciones en la piel

### **3.6.2. MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Instalación de barandillas, pasos o pasarelas
- Instalación de redes verticales y horizontales, marquesinas rígidas, andamios de seguridad
- Instalación de tableros o planchas sobre agujeros a nivel horizontal
- Instalación de escaleras de acceso y auxiliares adecuadas, protegidas
- Instalación de paneles de protección de las partes móviles de la maquinaria
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria
- Plataformas de descarga de materiales
- Proceso de evacuación de escombros
- Limpieza de las zonas de trabajo o de tránsito

### **3.6.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

- Botas o calzado de goma y/o con puntera reforzada
- Botas o calzado impermeable
- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla protectora de humos o gases
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Ropa de trabajo
- Casco de seguridad homologado
- Pantalla de soldador

## **3.7. TRABAJOS POSTERIORES**

Incluye los procesos, variados y posiblemente repetidos en el tiempo, de reparación, conservación y mantenimiento de la obra. Esto incluye trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas, en instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, y trabajos con pinturas y barnices.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

### 3.7.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de operarios al mismo nivel en suelo o por resbalones
- Caídas de operarios a distinto nivel por huecos horizontales o huecos en los cerramientos
- Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria
- Contactos eléctricos directos o indirectos por accionamiento inadvertido, modificación o deterioro de sistemas eléctricos
- Explosiones por combustible mal almacenado
- Incendios por combustibles, modificación de elementos, instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos
- Impacto de elementos de la maquinaria por desprendimientos de elementos constructivos, deslizamiento de objetos, roturas por la presión del viento o por exceso de carga
- Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio.
- Vibraciones de origen interno y externo.
- Contaminación acústica

### 3.7.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Andamiajes, escalerillas, etc.
- Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles
- Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas
- Anclajes para poleas para izado de muebles en mudanzas
- Visera de protección con altura en primera planta, para proteger la vía pública en caso de ser necesario

### 3.7.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad
- Ropa de Trabajo
- Cinturones de seguridad
- Cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas
- Resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas.
- Mascarilla para evitar inhalaciones excesivas de materiales como pinturas o barnices.

## 4. TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales que, normalmente, se manifiestan en la demolición de la estructura,

cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Estos riesgos se pueden manifestar en las siguientes actividades:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

Se deberá prestar especial atención a estos trabajos y tomar las medidas de seguridad necesarias para reducir los riesgos a los niveles mínimos.

## 5. FORMACIÓN

Todos los empleados que participen en la obra deben recibir, previamente a su ingreso en esta, una explicación exhaustiva de los riesgos asociados a las actividades que se llevarán a cabo en la obra, así como los métodos de trabajo a seguir para ello y las medidas de seguridad que deberán tener en cuenta. Adicionalmente, el personal mejor cualificado para ello recibirá una formación en primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de al menos una persona capaz de socorrer en caso de necesitarse.

## 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS

Se dispondrá en todo momento durante la obra de un botiquín que contendrá el material que se especifica en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de forma que se puedan realizar curas de urgencia en caso de que ocurran accidentes. Estará a cargo de este botiquín una persona capacitada de realizar las curas de primeros auxilios, que será designada por la empresa constructora.

Adicionalmente, se deberá informar a la obra de los diferentes Centros Médicos, que pueden ser Mutualidades Laborales, Ambulatorios, Centros de Salud, etc. A estos lugares se deberá trasladar a las personas accidentadas, posteriormente a las curas de primeros auxilios o inmediatamente en el momento del accidente según la gravedad de este, para que puedan recibir un tratamiento más amplio, específico y efectivo. Para facilitar estas labores de socorrismo, y para agilizar el transporte de los accidentados a los centros de asistencia más cercanos, dentro de la obra se ubicará, en un lugar visible, una lista completa, detallada, legible y entendible que contenga los teléfonos y direcciones de los lugares mencionados anteriormente, así como puntos de servicios de atención médica de urgencia, ambulancias, servicios de taxi o transporte, etc.

Asimismo, todo el personal que trabajará en la obra deberá pasar un reconocimiento médico antes de comenzar con los trabajos. Este reconocimiento se repetirá un año después. Con ello se pretende asegurar que los trabajadores pueden trabajar en la obra

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

sin que peligre su salud, y que su salud sigue siendo buena tras los trabajos realizados en la obra.

### **7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD**

Según la legislación vigente se debe cumplir que, mientras la obra se encuentre en funcionamiento, los operarios deben disponer de vestuarios y aseos que les permitan tanto mantener una higiene correcta como llevar a cabo su trabajo de manera normal.

- En el caso de los vestuarios, corresponden dos m<sup>2</sup> por trabajador. Deben contener bancos y taquillas.
- En el caso de los aseos, deben estar equipados con duchas, váteres y un lavabo por cada retrete. En el aseo de hombres también debe haber urinarios. También deben estar equipados con un secador de manos, una jabonera y un portarrollos por cada retrete.

Para ello, lo común es alquilar casetas prefabricadas en lugar de construcciones o edificaciones específicas, puesto que cumplen con la función y se ajustan mejor al presupuesto.

### **8. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

El objetivo es la identificación de los posibles riesgos derivados de la obra a terceras personas ajenas a la obra. En base a ello, se establecen las medidas preventivas respectivas a cada uno de esos riesgos, siempre de acuerdo con la normativa vigente y priorizando la seguridad de los terceros.

Los terceros que pueden estar en riesgo por la obra son todas las personas que caminen, conduzcan, o se encuentren en las inmediaciones o alrededores de esta. En primer lugar, se deberá señalizar el lugar de la obra apropiadamente, de forma que estas personas sean conscientes de su existencia. También se deberán señalizar los accesos naturales a la obra, prohibiendo el paso a toda persona ajena a esta mediante la colocación de cerramientos necesarios para tal fin. Asimismo, se señalizarán los enlaces de la obra con las carreteras y los caminos, tomándose las medidas de seguridad que cada caso requiera.

Además, se colocarán estructuras de seguridad en los casos que sean necesarios, como andamios o vallas, para evitar caídas de objetos encima de personas que se encuentren en las inmediaciones de la obra.

### **9. OBLIGACIONES DE LAS PARTES**

### **9.1. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

Dentro de sus responsabilidades se comprende la designación de un Coordinador en materia de Seguridad y Salud previamente al inicio de los trabajos, en caso de ser necesario. Sin embargo, la designación de un Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá llevar a cabo un aviso a la autoridad laboral competente previamente al comienzo de los trabajos. Este aviso se redactará según lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997. Adicionalmente, se expondrá en la obra de forma visible y se actualizará en caso de ser necesario.

### **9.2. OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, ejercerá las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que tanto las empresas como el personal implicado en esta apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las actividades a las que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Coordinar las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones en el caso de que no fuera necesaria la designación del Coordinador.

### **9.3. OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS**

Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas comprenden:

- La aplicación de los principios de acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. En particular:
  - o El mantenimiento de la obra y el cumplimiento de los estándares de limpieza y saneamiento correspondientes.
  - o La elección del emplazamiento de las áreas de trabajo contemplando las diferentes condiciones de acceso a estas y la determinación de las vías o zonas de circulación.
  - o La manipulación de materiales y la utilización de los medios auxiliares.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

- El mantenimiento, control previo a la puesta en servicio, el control periódico de las instalaciones y de los dispositivos necesarios para la ejecución de la obra. El objetivo es corregir los defectos que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y la evacuación de residuos y escombros. Especialmente importante si se trata de materiales peligrosos.
- La adaptación de los períodos de tiempo efectivos a dedicar a los diferentes trabajos o a las diferentes fases del trabajo, así como las interacciones o incompatibilidades entre diferentes actividades.
- El cumplimiento de los puntos establecidos en el Plan de Seguridad y Salud, tanto por su propia cuenta como por parte del personal de la obra.
- El cumplimiento de la normativa en materia de prevención de riesgos laborales. Para ello deberán tener en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales del artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las disposiciones mínimas del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que sea necesario adoptar en lo referido a seguridad y salud.
- El cumplimiento de las indicaciones e instrucciones del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante toda la ejecución de la obra.

Serán, a su vez, responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Cabe destacar que las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### **9.4. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

Las obligaciones de los trabajadores autónomos que tomen parte en la obra comprenden:

- La aplicación de los principios de acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. En particular:
  - El mantenimiento de la obra y el cumplimiento de los estándares de limpieza y saneamiento correspondientes.
  - El almacenamiento y la evacuación de residuos y escombros. Especialmente importante si se trata de materiales peligrosos.
  - La adaptación de los períodos de tiempo efectivos a dedicar a los diferentes trabajos o a las diferentes fases del trabajo, así como las interacciones o incompatibilidades entre diferentes actividades.
  - La cooperación entre todas las partes intervinientes en la obra.

## ANEJO X: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

- El cumplimiento de las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- El cumplimiento de las obligaciones establecidas en el artículo 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- La utilización de los equipos de protección individual en los términos previstos por el Real Decreto 773/1997, así como los equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
- El cumplimiento de las indicaciones e instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.

De igual manera, los trabajadores autónomos deben cumplir con los puntos establecidos en el Plan de Seguridad y Salud.

### **10. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que deben adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud durante los trabajos que se llevarán a cabo en la obra y durante toda la duración de esta.

Asimismo, el contratista facilitará una copia del Plan de Seguridad y Salud actualizada siempre con sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, a los representantes de los trabajadores en la obra.

### **11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en dicho Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En este Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con su correspondiente justificación técnica. En cualquier caso, estas medidas no podrán implicar una disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. También podrá ser modificado más adelante por el contratista en función del proceso de ejecución de esta, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Como ya se ha mencionado, en los casos en los que no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Todas las personas que intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de riesgos en las empresas

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

intervinientes en ella y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará dispuesto en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

### **12. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA**

El contratista tendrá que reflejar en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud las situaciones de emergencia que se puedan dar en la obra, estableciendo las medidas oportunas que se deberán tomar en dichos casos, así como en caso de primeros auxilios, y designando al personal con formación que se encargará de llevarlas a cabo.

Los trabajadores responsables de llevar a cabo las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad. De esta forma se prioriza y garantiza la adecuada administración de las evacuaciones, que se lleven a cabo las medidas de seguridad y de emergencia, así como que se administren correctamente los primeros auxilios y, cuando sea más grave, se lleve a cabo de la forma más rápida posible el propio traslado al centro médico de la persona afectada para que pueda ser tratada correctamente.

### **13. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá, con el fin de llevar a cabo una tarea de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

El Libro de Incidencias debe permanecer siempre en la obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al él la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Cabe destacar que sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias que estén relacionadas con el cumplimiento del Plan.

Una vez se realice una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia de Soria, así como también deberá remitir una copia en dicho plazo al contratista y a los representantes de los trabajadores.

### **14. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

En el caso de que el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud

establecidas, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias de forma que, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, se pueda llevar a cabo la paralización de un trabajo o de la totalidad de la obra, según la situación requiera de una medida u otra. Además, el Coordinador dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, así como a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia de Soria. Igualmente notificará al contratista, y en su caso, a los subcontratistas y/o trabajadores autónomos afectados, y a los representantes de los trabajadores, de la paralización mencionada.

## **15. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES**

Las obligaciones previstas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo que pueda existir en esta.

Soria, 7 de septiembre de 2024

Fdo.:

Alumno: Héctor Guerreiro Delgado



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## DOCUMENTO II: PLANOS

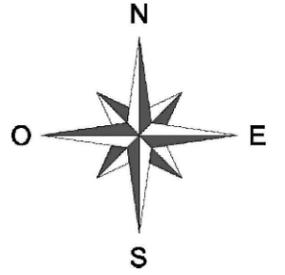
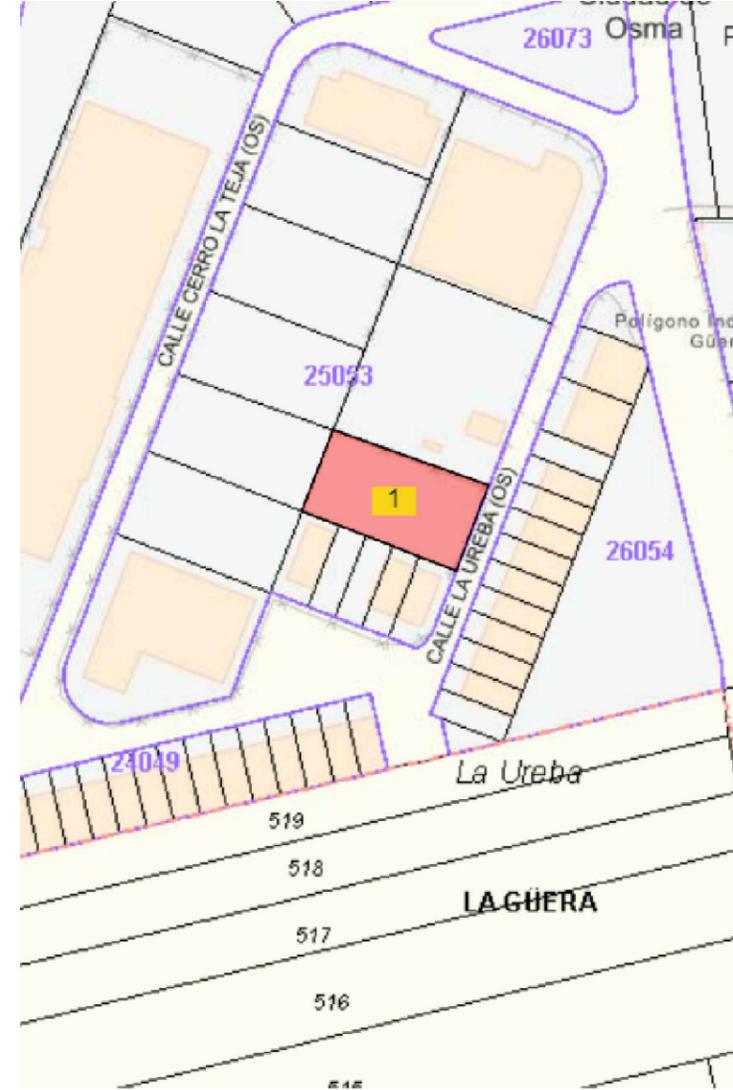
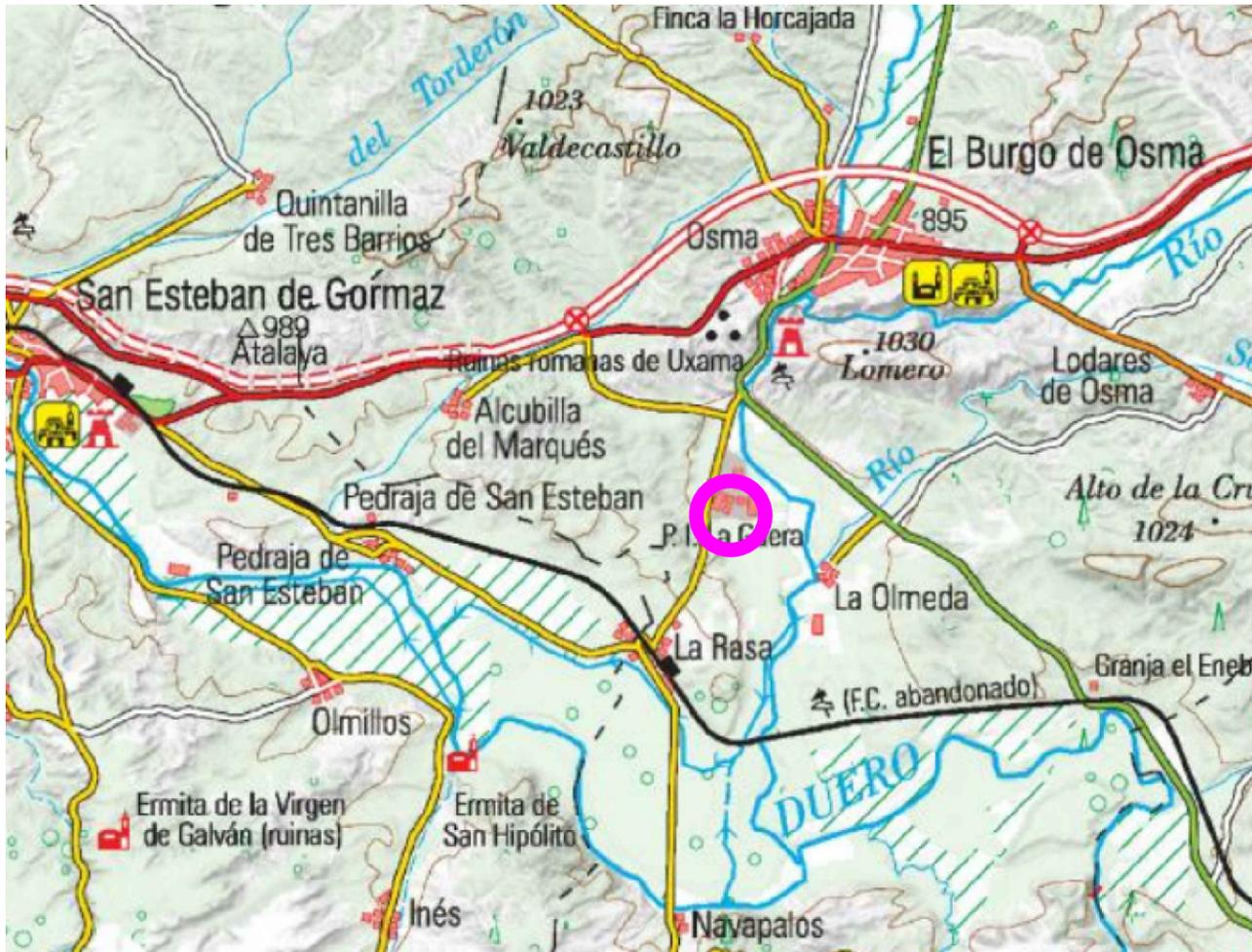
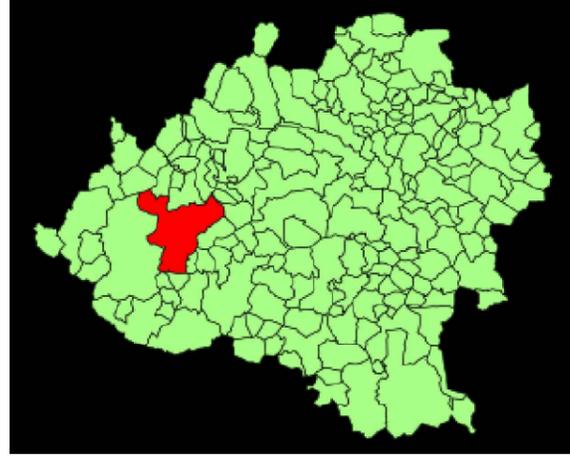
**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

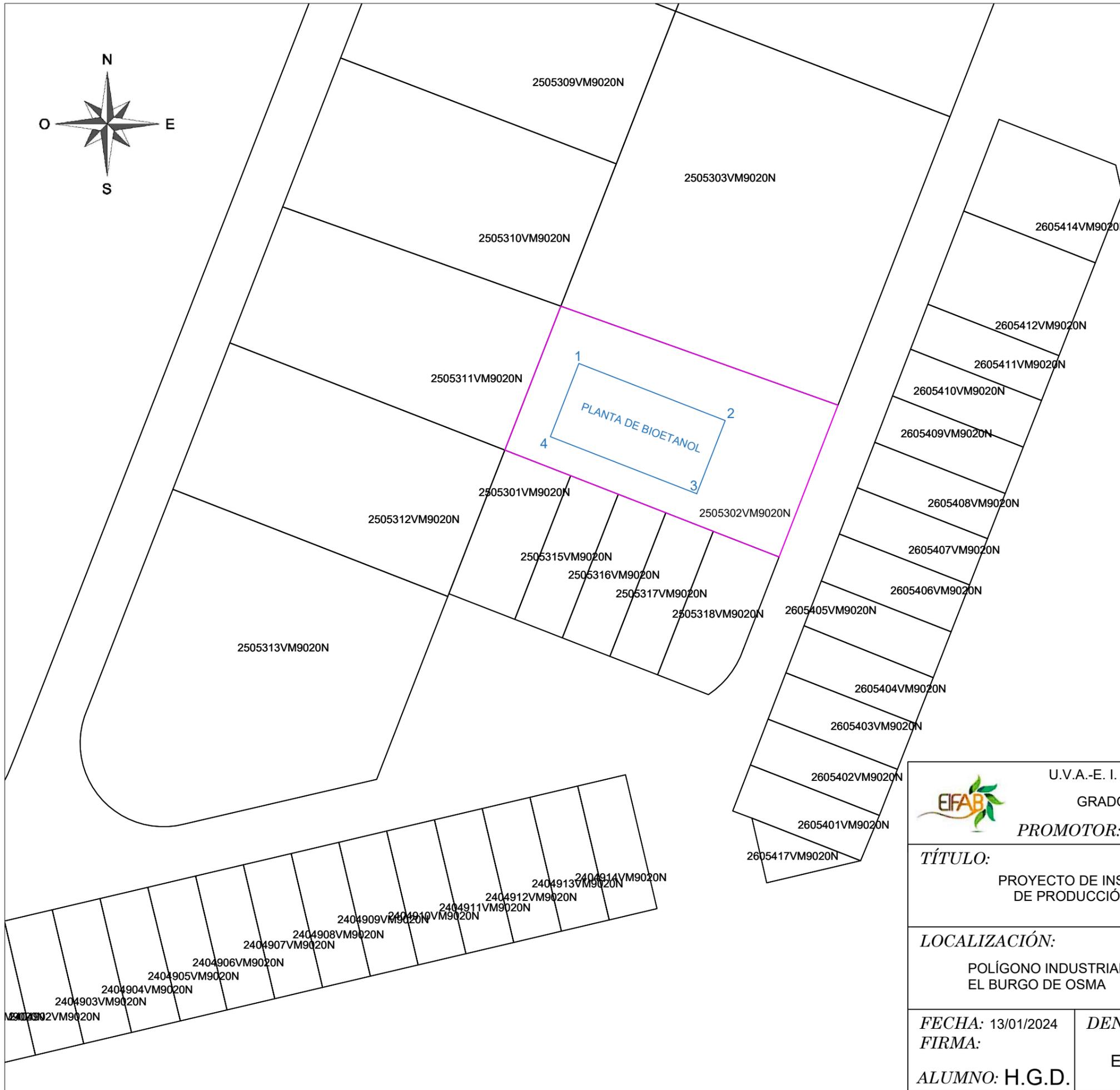
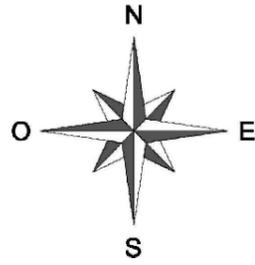
*SEPTIEMBRE 2024*

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

- PLANO 1: UBICACIÓN
- PLANO 2: EMPLAZAMIENTO
- PLANO 3: DIMENSIONADO DE CONSTRUCCIONES
- PLANO 4.1: PLANTA DE CIMENTACIÓN
- PLANO 4.2: DETALLES DE CIMENTACIÓN
- PLANO 5: PLANTA DE PILARES
- PLANO 6: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
- PLANO 7: PLANTA DE CUBIERTA
- PLANO 8: SECCIONES
- PLANO 9: ALZADOS
- PLANO 10: SANEAMIENTO
- PLANO 11: INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO
- PLANO 12: INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD



|                                                                                                                                                                                                                |                                   |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: NUFRI S.L. |                                   |  |
| <b>TÍTULO:</b><br>PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL                                                                              |                                   |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA, EL BURGO DE OSMA                                                                                                                                         |                                   | <b>ESCALA:</b><br>VARIAS ESCALAS                                                      |
| <b>FECHA:</b> 13/01/2024<br><b>FIRMA:</b><br><b>ALUMNO:</b> H.G.D.                                                                                                                                             | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>UBICACIÓN | <b>PLANO N°:</b><br>1                                                                 |



# COORDENADAS

| PUNTO | X           | Y            |
|-------|-------------|--------------|
| 1     | 492419,9876 | 4600383,1550 |
| 2     | 492457,2595 | 4600368,6360 |
| 3     | 492412,7281 | 4600364,5190 |
| 4     | 492450      | 4600350      |


 U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA  
 PROMOTOR: NUFRI S.L.
 

**TÍTULO:**  
 PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

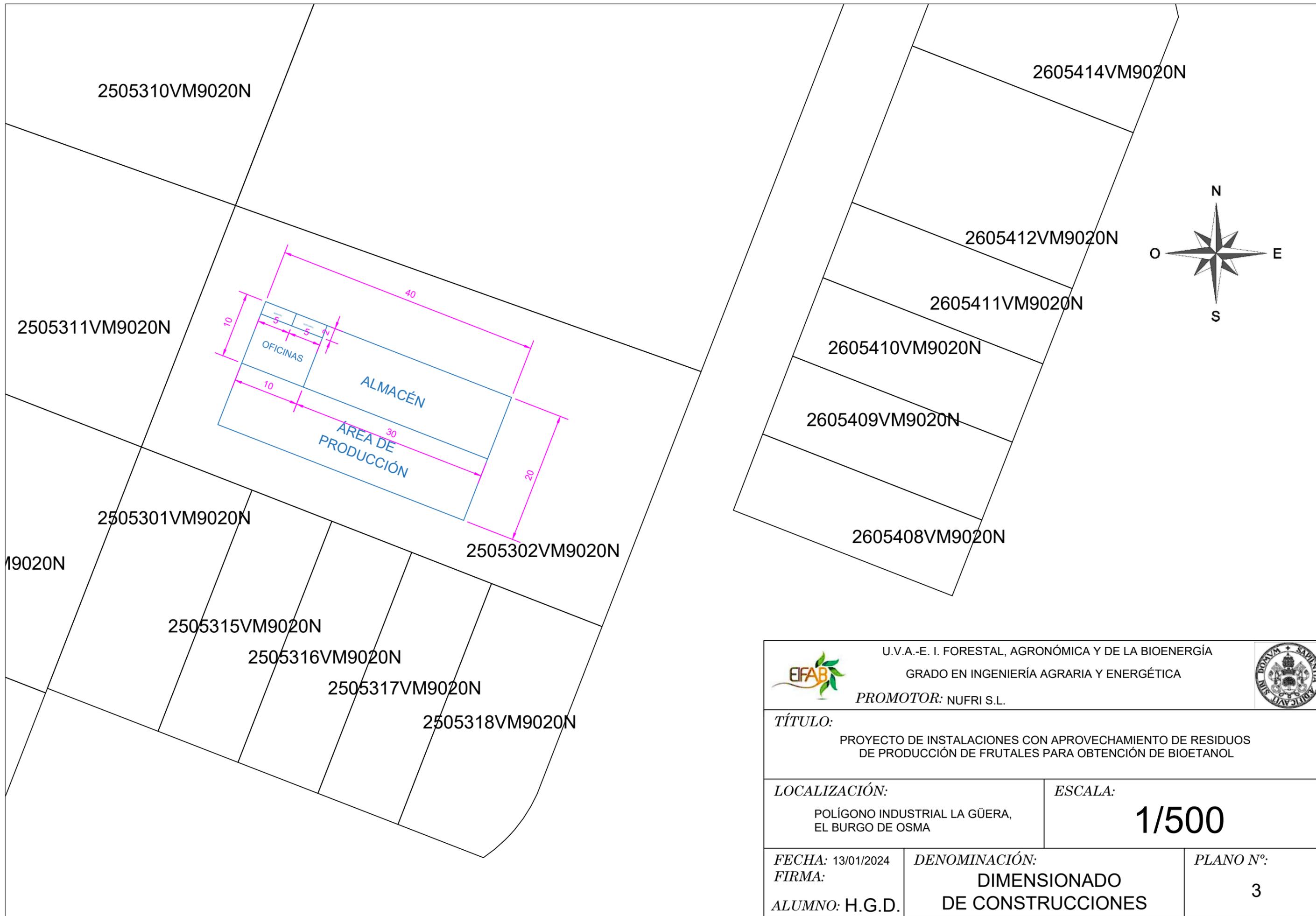
**LOCALIZACIÓN:**  
 POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,  
 EL BURGO DE OSMA

**ESCALA:**  
1/1000

**FECHA:** 13/01/2024  
**FIRMA:**  
**ALUMNO:** H.G.D.

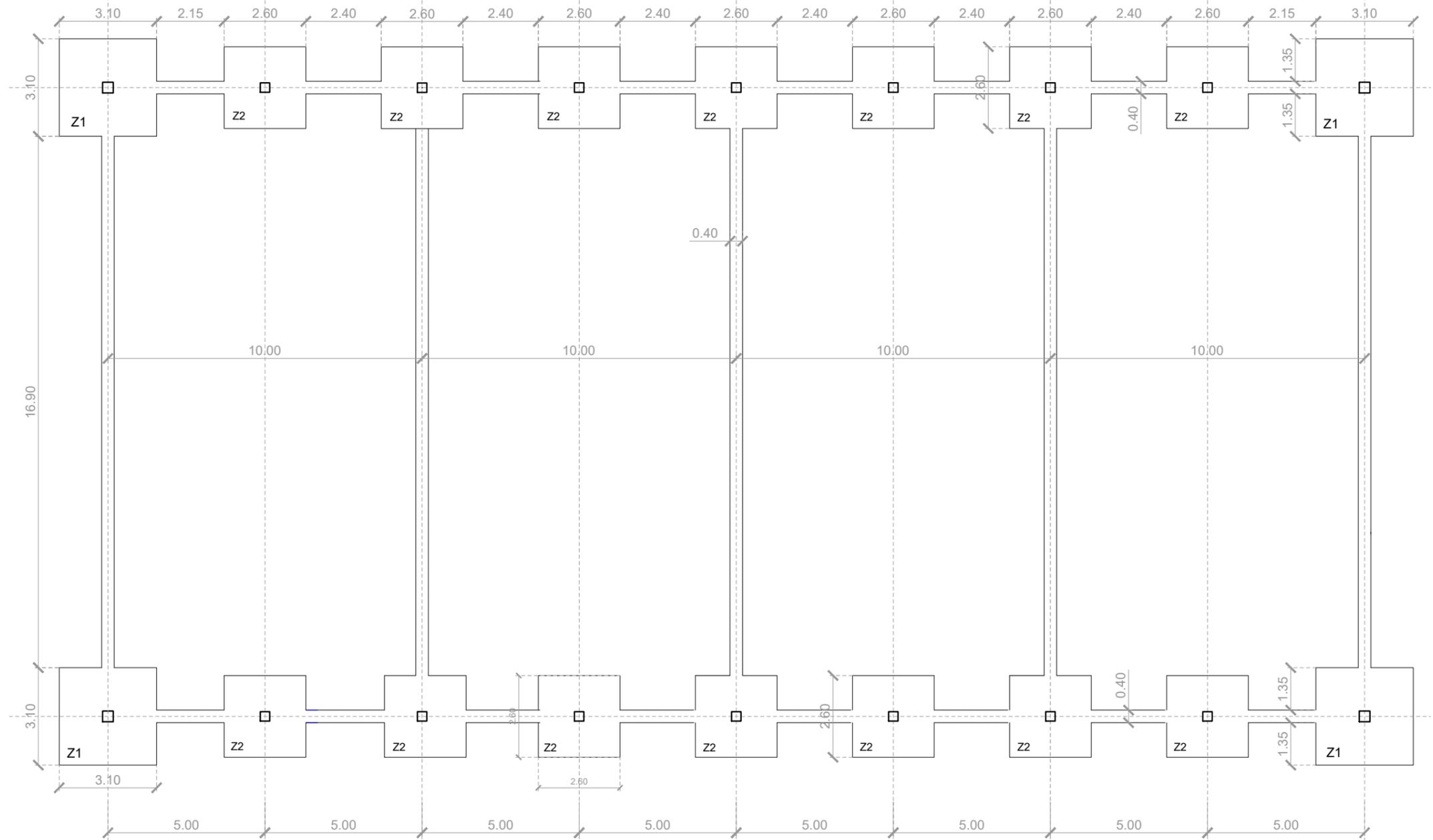
**DENOMINACIÓN:**  
 EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA

**PLANO N°:**  
2



|                                                                                                                                   |                                                               |                                                                                                                          |                                  |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                                                               | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: NUFRI S.L. |                                  |  |
| <b>TÍTULO:</b><br>PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL |                                                               |                                                                                                                          |                                  |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,<br>EL BURGO DE OSMA                                                         |                                                               |                                                                                                                          | <b>ESCALA:</b><br><h1>1/500</h1> |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 13/01/2024<br><b>FIRMA:</b><br><b>ALUMNO:</b> H.G.D.                                                                | <b>DENOMINACIÓN:</b><br><b>DIMENSIONADO DE CONSTRUCCIONES</b> |                                                                                                                          | <b>PLANO N°:</b><br><b>3</b>     |                                                                                       |

PLANTA DE CIMENTACIÓN  
ESCALA 1/150



| ZAPATAS | UDS | TIPO     | AxB (cm) | H (cm) | n1 | n2 | Ø mm |
|---------|-----|----------|----------|--------|----|----|------|
| Z1      | 4   | CENTRADA | 310x310  | 120    | 48 | 48 | 16   |
| Z2      | 14  | CENTRADA | 260x260  | 100    | 40 | 40 | 16   |

| REFERENCIA                                                                             | LOCALIZACION          | ESPECIF. RESISTENTE<br>Art. 9 y 26 EHE | CONTROL<br>Art. 86 a 72 | COEF. PONDERACION |                |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------|----------------|
|                                                                                        |                       |                                        |                         | δ <sub>c</sub>    | δ <sub>s</sub> | δ <sub>f</sub> |
| HORMIGON                                                                               | IGUAL EN TODA LA OBRA | HA-25                                  | NORMAL                  | 1.50              |                |                |
|                                                                                        | CIMENTACION Y MUROS   | HA-25                                  | NORMAL                  | 1.50              |                |                |
|                                                                                        | PILARES               |                                        |                         |                   |                |                |
|                                                                                        | YNGAS                 |                                        |                         |                   |                |                |
| ACERO DE ARMADURAS                                                                     | IGUAL EN TODA LA OBRA | A-42-0                                 | NORMAL                  | 1.15              |                |                |
|                                                                                        | CIMENTACION Y MUROS   | B-500-S                                | NORMAL                  |                   |                |                |
|                                                                                        | PILARES               |                                        |                         |                   |                |                |
|                                                                                        | YNGAS                 |                                        |                         |                   |                |                |
| EJECUCION                                                                              | IGUAL EN TODA LA OBRA |                                        | NORMAL                  |                   |                | 1.00           |
|                                                                                        | CIMENTACION Y MUROS   |                                        |                         |                   |                |                |
|                                                                                        | PILARES               |                                        |                         |                   |                |                |
|                                                                                        | YNGAS                 |                                        |                         |                   |                |                |
| OBSERVACIONES :<br>-SE CONSIDERA UNA RESISTENCIA DEL TERRENO DE 2 Kg/cm <sup>2</sup> . |                       |                                        |                         |                   |                |                |



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA  
**PROMOTOR:** NUFRI S.L.



---

**TÍTULO:**  
PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

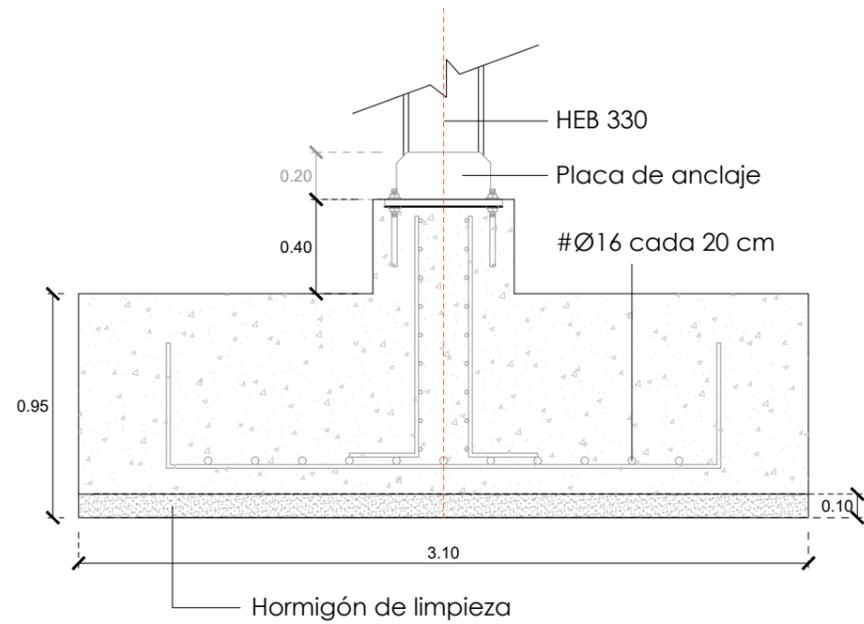
---

|                                                                           |                             |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,<br>EL BURGO DE OSMA | <b>ESCALA:</b><br><br>1/150 |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|

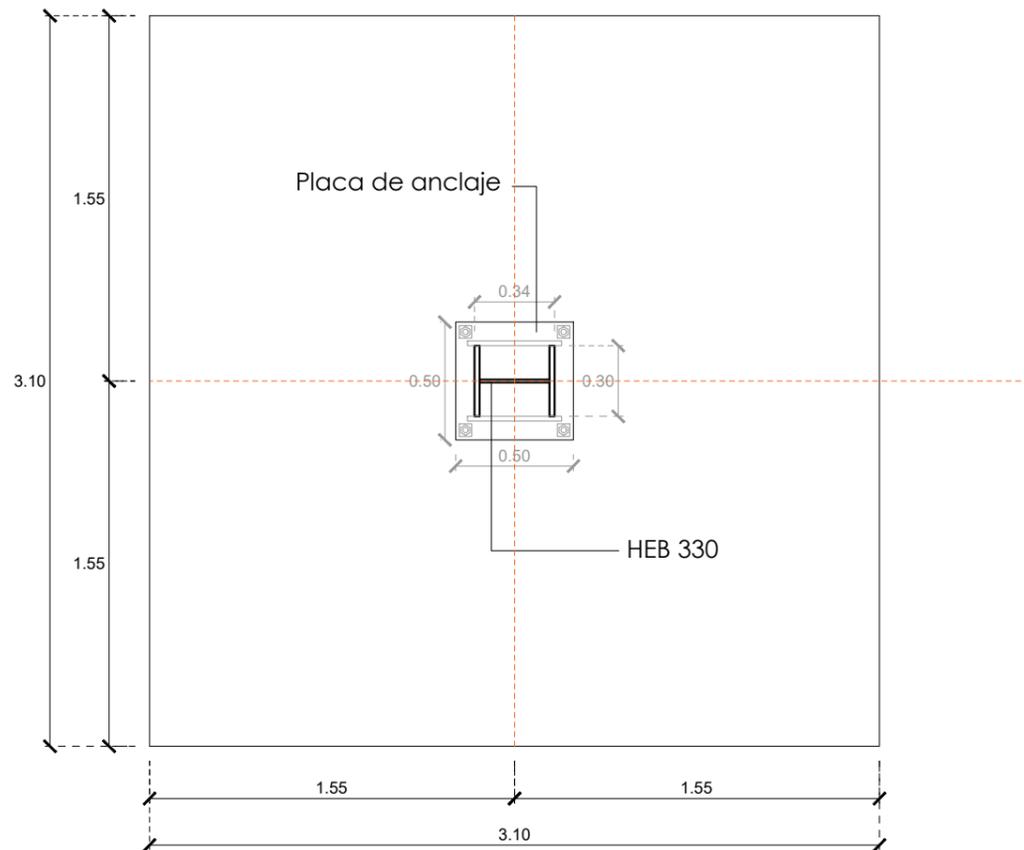
---

|                                                                    |                                               |                         |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|
| <b>FECHA:</b> 13/01/2024<br><b>FIRMA:</b><br><b>ALUMNO:</b> H.G.D. | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>PLANTA DE CIMENTACIÓN | <b>PLANO N°:</b><br>4.1 |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|

SECCIÓN  
Escala 1/30

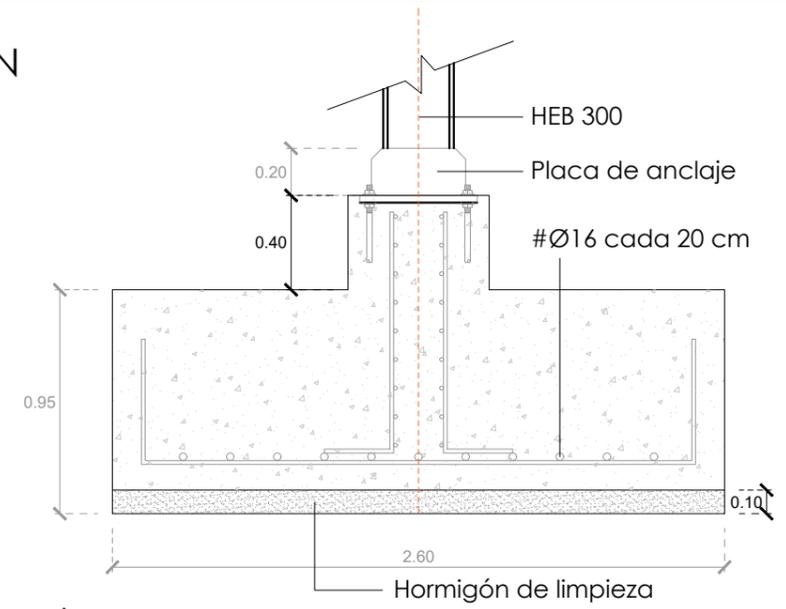


PLANTA  
Escala 1/30

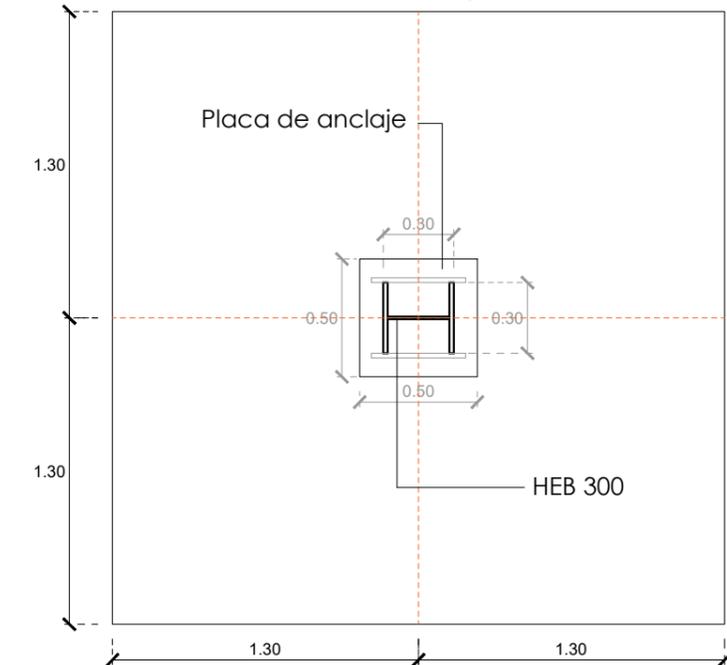


ZAPATA  
Z1

SECCIÓN  
Escala 1/30



PLANTA  
Escala 1/30



ZAPATA  
Z2



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

PROMOTOR: NUFRI S.L.



TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

LOCALIZACIÓN:

POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,  
EL BURGO DE OSMA

ESCALA:

1/30

FECHA: 13/01/2024

FIRMA:

ALUMNO: H.G.D.

DENOMINACIÓN:

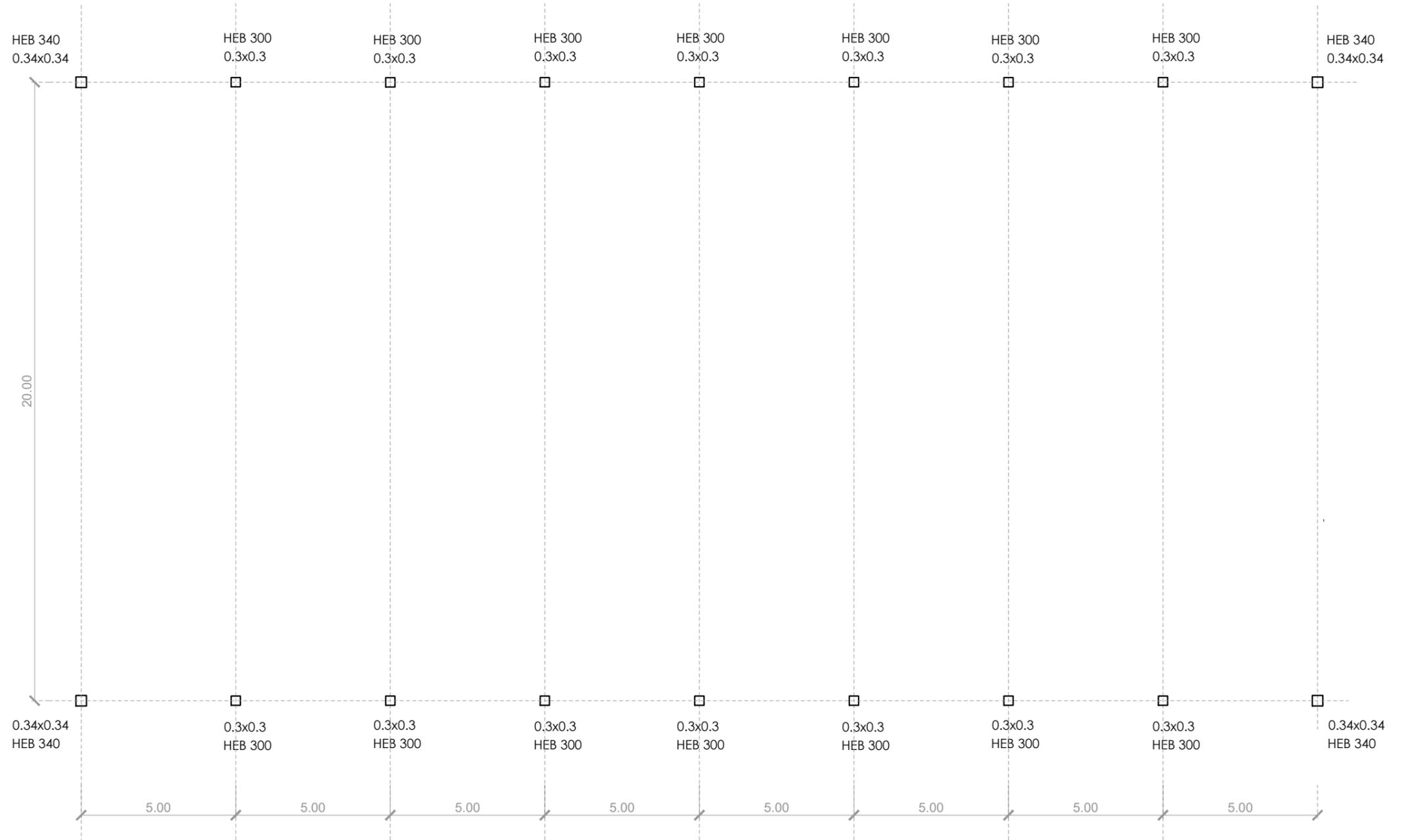
DETALLES DE CIMENTACIÓN

PLANO N°:

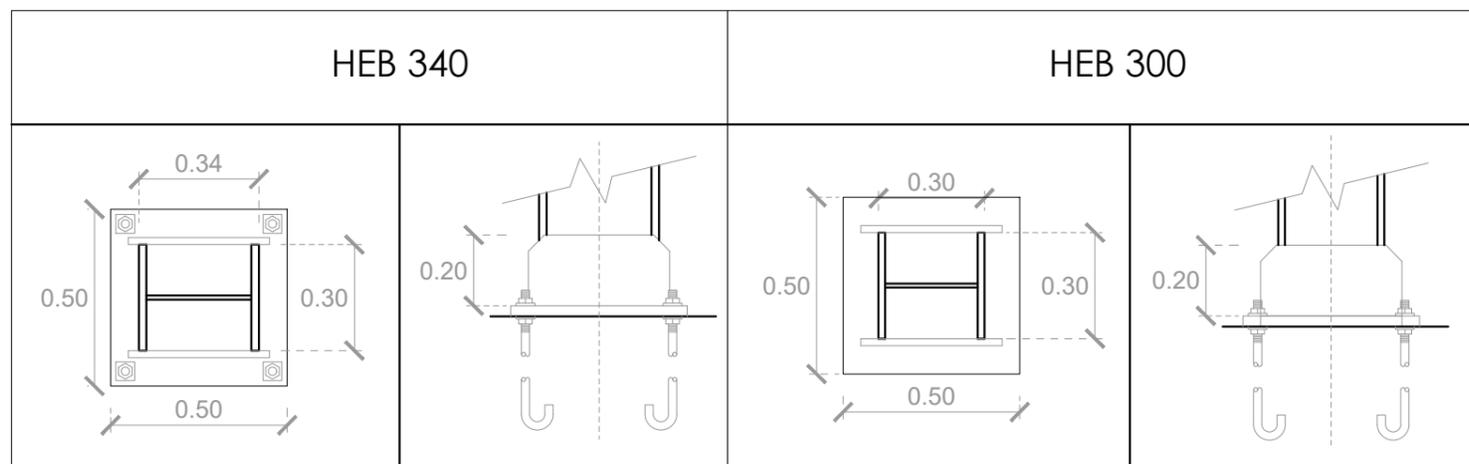
4.2

# PLANTA DE PILARES

ESCALA 1/150

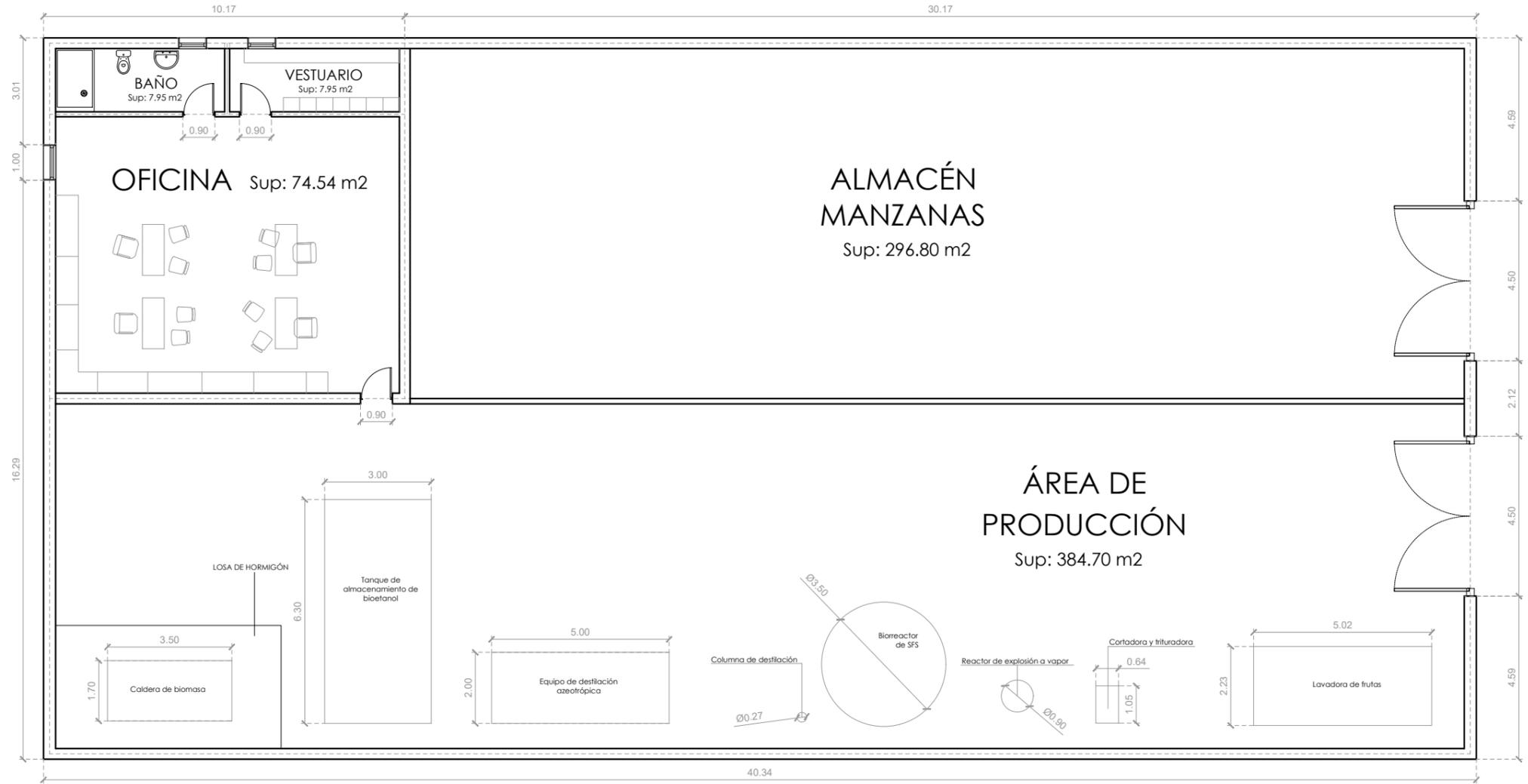


ESCALA 1/50



|                                                                                                                                   |  |                                                                                                                          |                         |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |  | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: NUFRI S.L. |                         |  |
| <b>TÍTULO:</b><br>PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL |  |                                                                                                                          |                         |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,<br>EL BURGO DE OSMA                                                         |  |                                                                                                                          | <b>ESCALA:</b><br>1/150 |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 13/01/2024<br><b>FIRMA:</b><br><b>ALUMNO:</b> H.G.D.                                                                |  | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>PLANTA DE PILARES                                                                                |                         | <b>PLANO N°:</b><br>5                                                                 |

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN  
ESCALA 1/150



**CUADRO DE SUPERFICIES**

SUPERFICIES ÚTILES:

|                                           |                            |
|-------------------------------------------|----------------------------|
| Superficie útil del Area de producción    | Sup: 384.70 m <sup>2</sup> |
| Superficie útil del Almacén de manzanas   | Sup: 296.80 m <sup>2</sup> |
| Superficie útil del almacén de la Oficina | Sup: 90.44 m <sup>2</sup>  |
| Archivo                                   | Sup: 74.54 m <sup>2</sup>  |
| Baño                                      | Sup: 7.95 m <sup>2</sup>   |
| Vestuario                                 | Sup: 7.95 m <sup>2</sup>   |

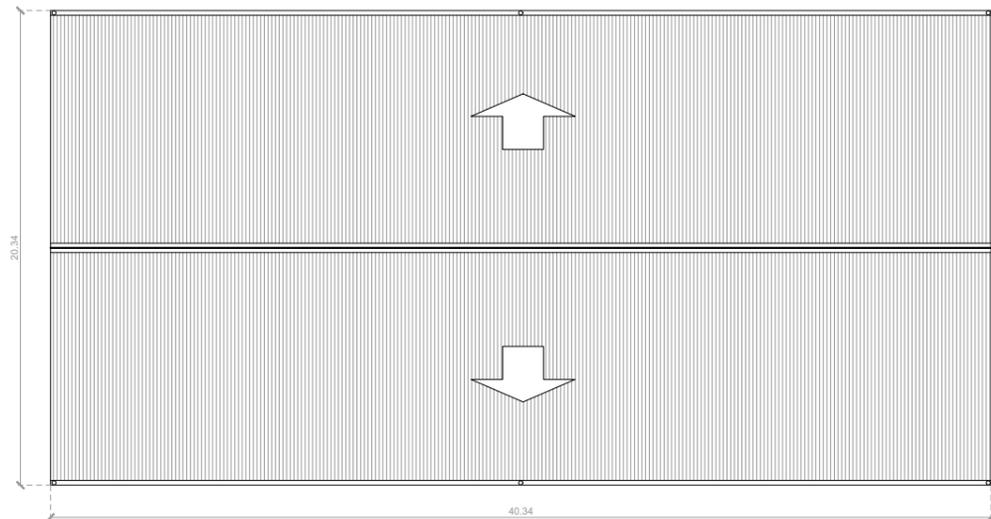
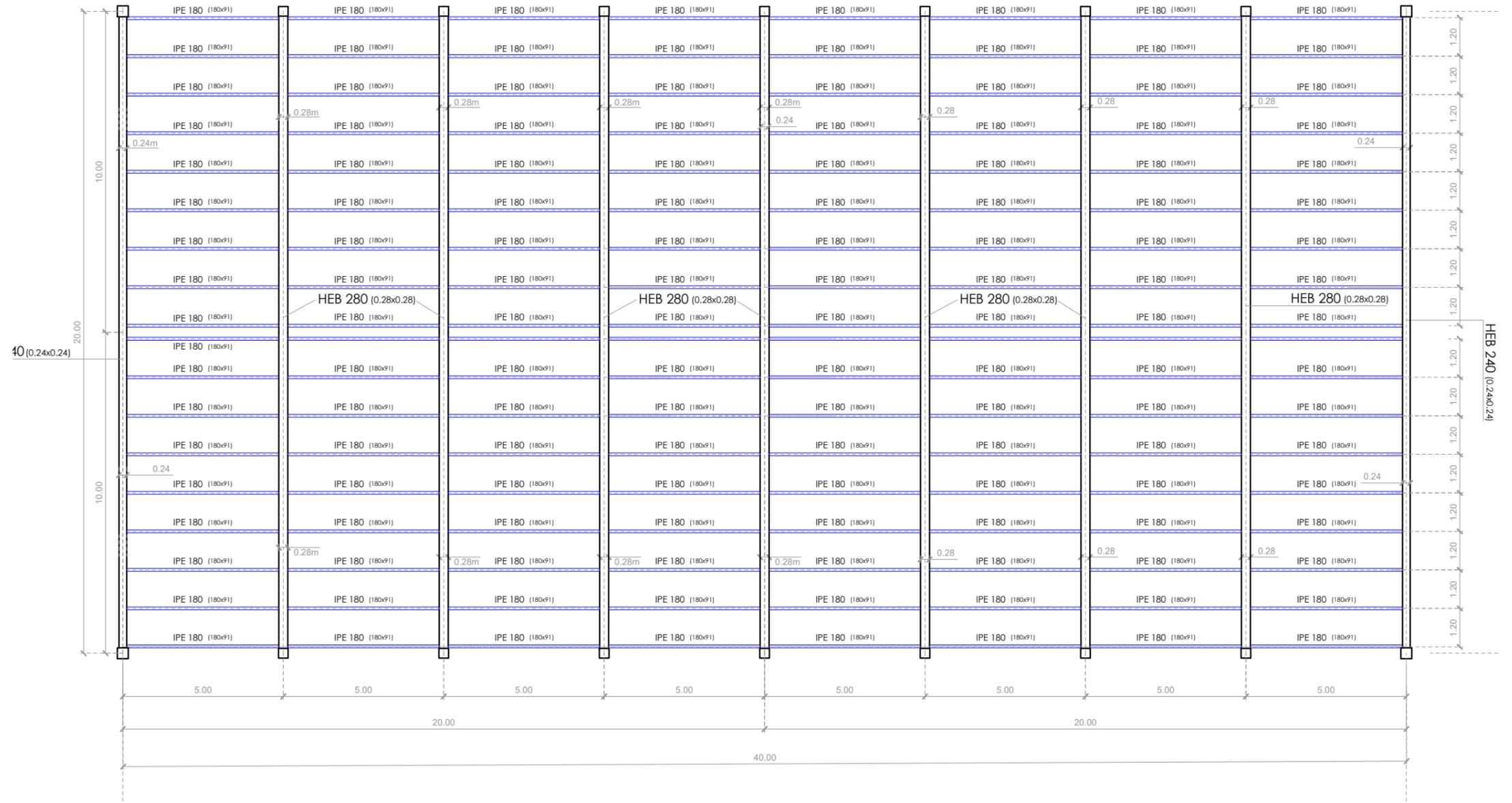
SUPERFICIES CONSTRUIDAS:

|                                               |                            |
|-----------------------------------------------|----------------------------|
| Superficie construida del Area de producción  | Sup: 409.45 m <sup>2</sup> |
| Superficie construida del Almacén de manzanas | Sup: 306.23 m <sup>2</sup> |
| Superficie construida de la Oficina           | Sup: 103.23 m <sup>2</sup> |

|                                                                                       |                                                                                                                                   |                                  |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: NUFRI S.L.          |                                  |  |
|                                                                                       | <b>TÍTULO:</b><br>PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL |                                  |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,<br>EL BURGO DE OSMÁ             |                                                                                                                                   | <b>ESCALA:</b><br><h1>1/150</h1> |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 13/01/2024<br><b>FIRMA:</b><br><b>ALUMNO:</b> H.G.D.                    | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>PLANTA DE DISTRIBUCIÓN                                                                                    |                                  | <b>PLANO N°:</b><br><h2>6</h2>                                                        |

PLANTA ESTRUCTURA DE CUBIERTA

ESCALA 1/150



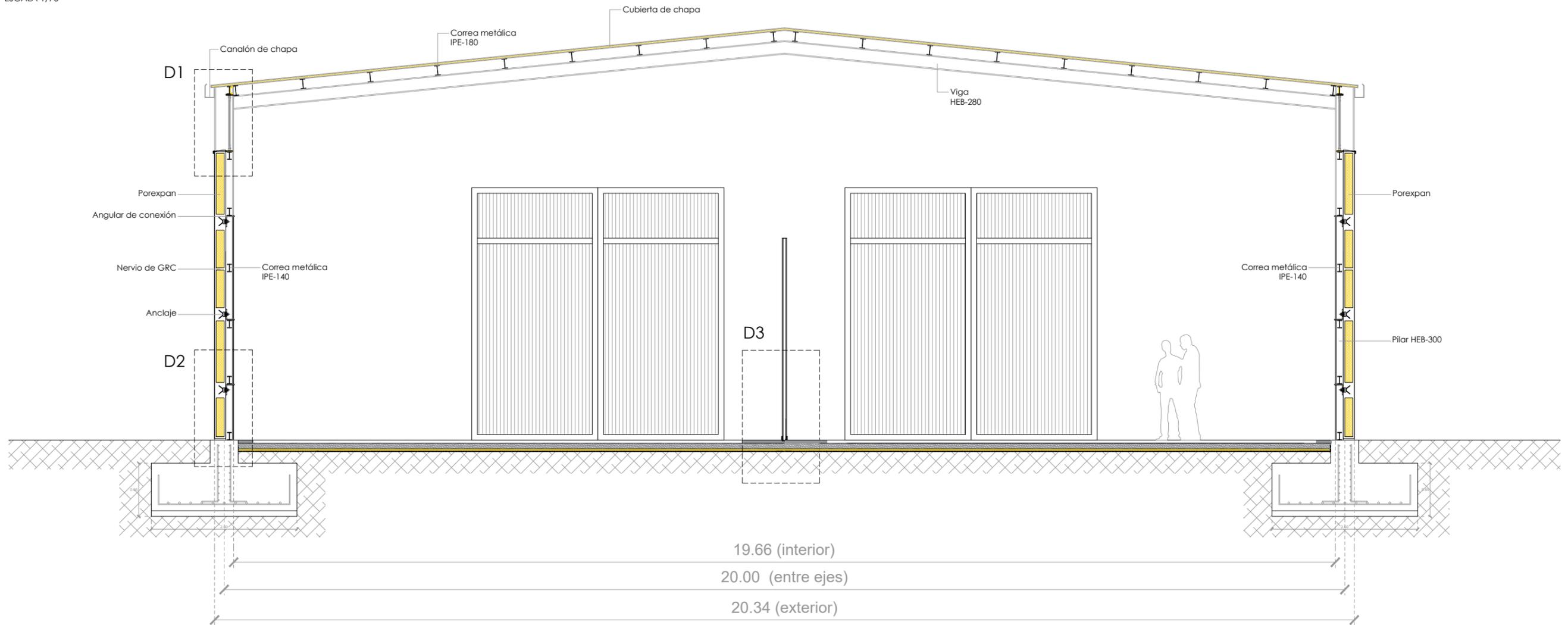
PLANTA DE CUBIERTA

ESCALA 1/300

|                                                                                                                                                                                                |                                                         |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p> |                                                         |  |
| <p>PROMOTOR: NUFRI S.L.</p>                                                                                                                                                                    |                                                         |                                                                                       |
| <p><b>TÍTULO:</b><br/>PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL</p>                                                      |                                                         |                                                                                       |
| <p><b>LOCALIZACIÓN:</b><br/>POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,<br/>EL BURGO DE OSMA</p>                                                                                                             | <p><b>ESCALA:</b><br/><br/>1/300 - 1/150</p>            |                                                                                       |
| <p><b>FECHA:</b> 13/01/2024<br/><b>FIRMA:</b></p>                                                                                                                                              | <p><b>DENOMINACIÓN:</b><br/><br/>PLANTA DE CUBIERTA</p> | <p><b>PLANO N°:</b><br/><br/>7</p>                                                    |
| <p><b>ALUMNO:</b> H.G.D.</p>                                                                                                                                                                   |                                                         |                                                                                       |

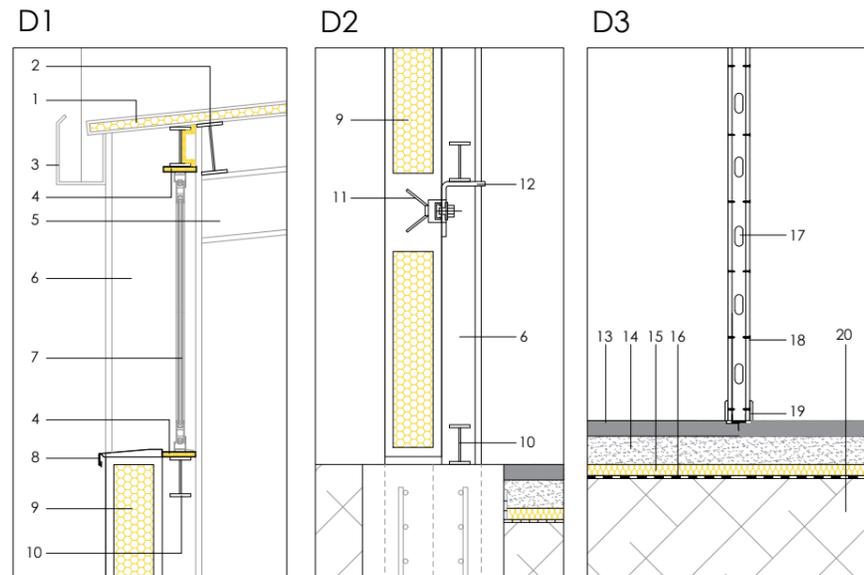
# SECCIÓN NAVE

ESCALA 1/75



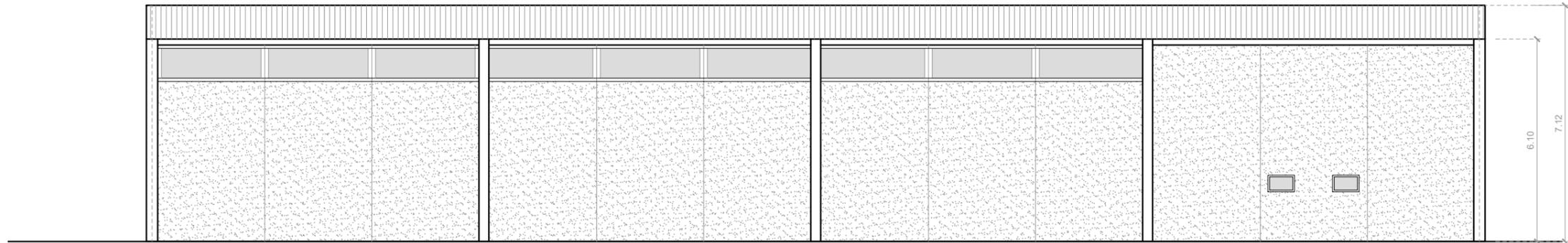
## DETALLES CONSTRUCTIVOS ESCALA 1/25

1. PANEL SANDWICH formado por dos láminas de acero galvanizado y lacado con relleno intermedio de espuma de poliuretano de 30 mm
2. CORREA IPE-180 de atado de cubierta con separación de 1,2 metros entre sí
3. CANALÓN DE CHAPA
4. Premarco de aluminio con aislamiento
5. Premarco de aluminio con aislamiento
6. Pilar HEB-300
7. CARPINTERÍA de aluminio de doble hoja
8. VIERTEAGUAS
9. POREXPAN
10. CORREA IPE-140 lateral con una separación de 1 metro entre sí
11. ANCLAJE
12. ANGULAR de conexión
13. SOLADO
14. SOLERA formada por losa de hormigón HA-25 con mallazo de 6 mm de diámetro cada 20 cm.
15. AISLAMIENTO TÉRMICO de 4 cm de espesor
16. IMPERMEABILIZANTE
17. ESTRUCTURA para tabique divisorio de pladur
18. PLACA de pladur
19. Rodapié
20. Capa de zahorra

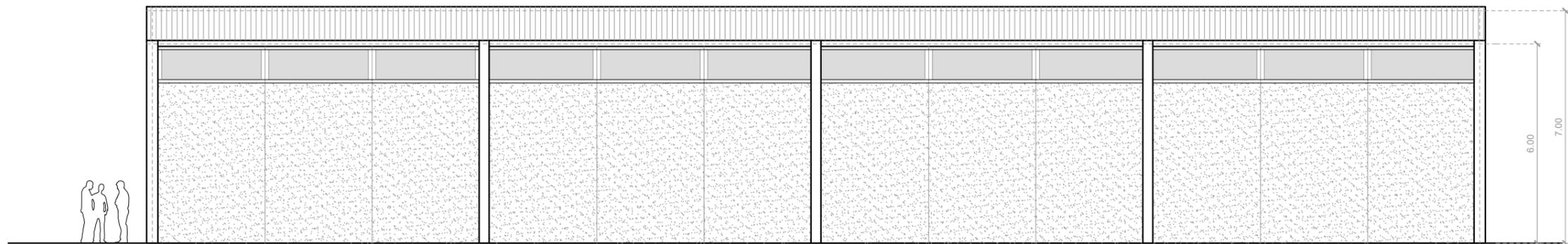


|                                                                                                                                                                                                                         |                                           |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br/>PROMOTOR: NUFRI S.L.</p> |                                           |  |
| <p><b>TÍTULO:</b><br/>PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL</p>                                                                               |                                           |                                                                                       |
| <p><b>LOCALIZACIÓN:</b><br/>POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,<br/>EL BURGO DE OSMA</p>                                                                                                                                      |                                           | <p><b>ESCALA:</b><br/>1/75 - 1/25</p>                                                 |
| <p><b>FECHA:</b> 13/01/2024<br/><b>FIRMA:</b></p>                                                                                                                                                                       | <p><b>DENOMINACIÓN:</b><br/>SECCIONES</p> |                                                                                       |
| <p><b>ALUMNO:</b> H.G.D.</p>                                                                                                                                                                                            | <p><b>PLANO N°:</b><br/>8</p>             |                                                                                       |

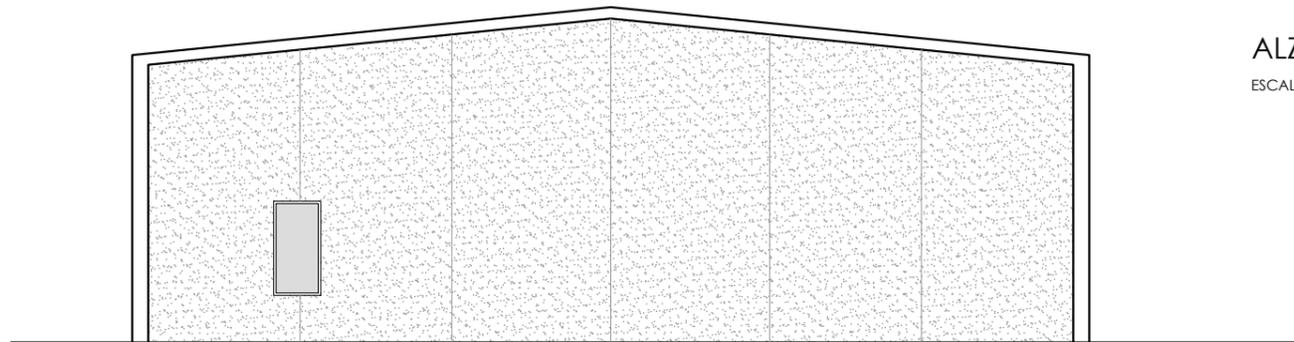
ALZADO SUR  
ESCALA 1/150



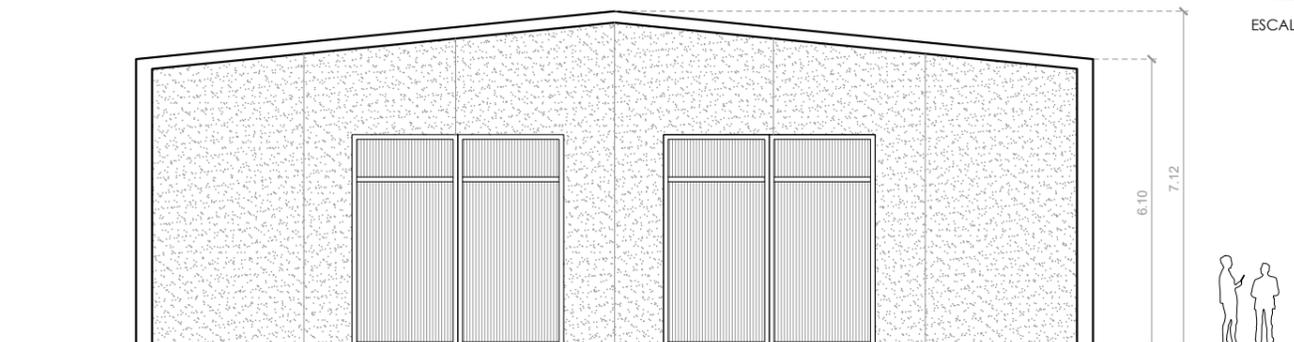
ALZADO NORTE  
ESCALA 1/150



ALZADO OESTE  
ESCALA 1/150



ALZADO SUR  
ESCALA 1/150



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: NUFRI S.L.

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

LOCALIZACIÓN:

POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,  
EL BURGO DE OSMA

ESCALA:

1/150

FECHA: 13/01/2024

FIRMA:

ALUMNO: H.G.D.

DENOMINACIÓN:

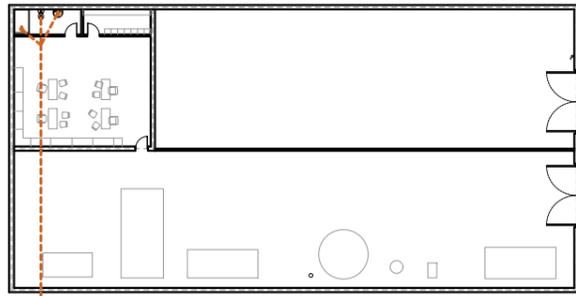
ALZADOS

PLANO N°:

9

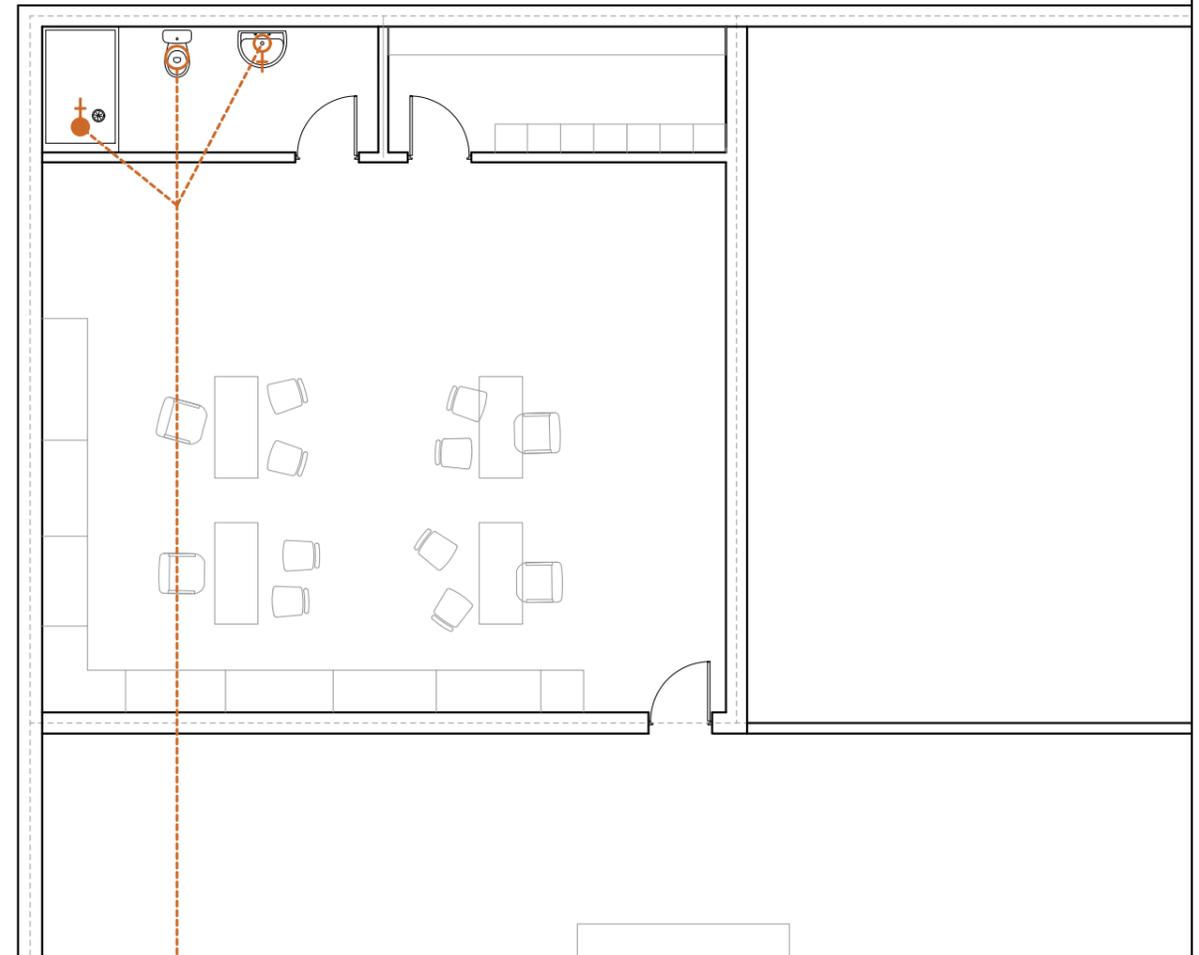
INST. SANEAMIENTO EN PARCELA

ESCALA 1/500



INST. SANEAMIENTO EN OFICINAS

ESCALA 1/100



LEYENDA DE SANEAMIENTO

-  TUBERÍA Y P.V.C FECALES
-  DESAGÜE INODORO FECALES
-  DESAGÜE CON SIFÓN
-  ARQUETA REGISTRABLE FECALES
-  SUMIDERO DE REJILLA
-  RED GENERAL DE SANAMIENTO



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

PROMOTOR: NUFRI S.L.



TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

LOCALIZACIÓN:

POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,  
EL BURGO DE OSMA

ESCALA:

1/500 - 1/100

FECHA: 13/01/2024

FIRMA:

ALUMNO: H.G.D.

DENOMINACIÓN:

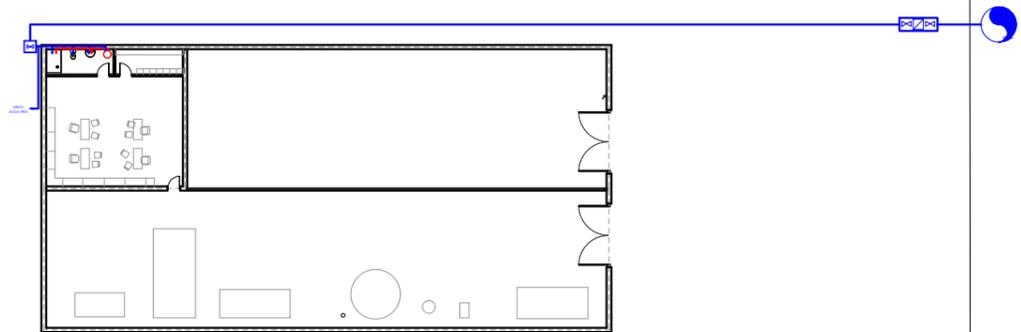
INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

PLANO N°:

10

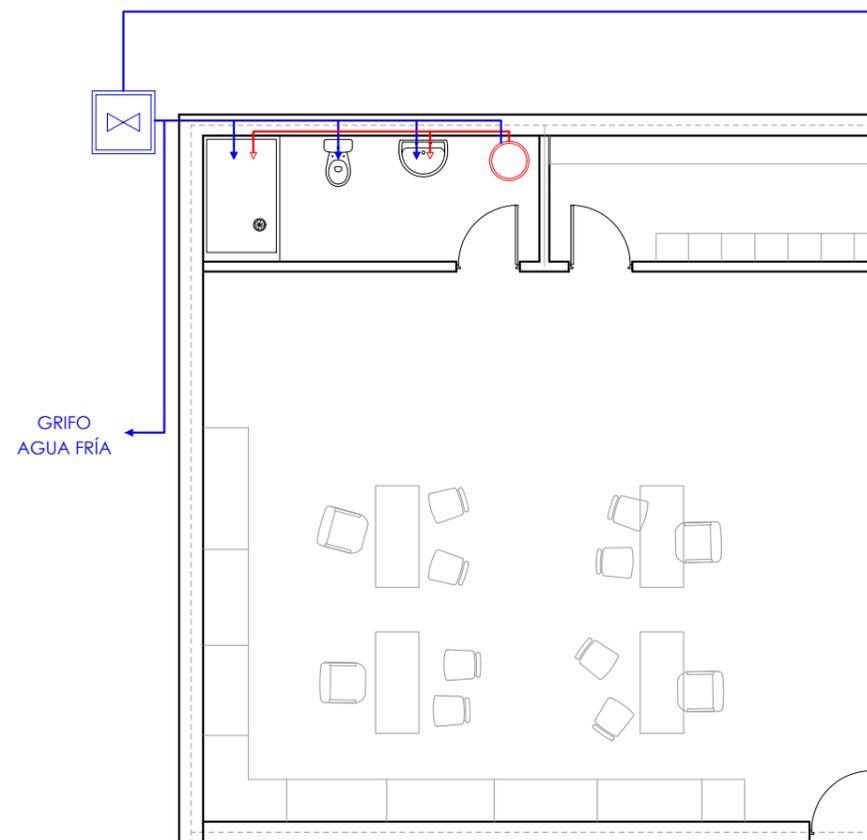
### INST. ABASTECIMIENTO EN PARCELA

ESCALA 1/500



### INST. ABASTECIMIENTO EN OFICINAS

ESCALA 1/100



### LEYENDA DE ABASTECIMIENTO

- TUBERÍA DE AGUA CALIENTE SANITARIA
- TUBERÍA DE AGUA FRÍA SANITARIA
- TOMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA
- TOMA DE AGUA FRÍA SANITARIA
- CALENTADOR DE AGUA
- ✕ ARQUETA CON LLAVE DE CORTE
- ✕✕ ARMARIO CON CONTADOR GENERAL
- ⊕ RED GENERAL DE ABASTECIMIENTO



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: NUFRI S.L.

#### TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

#### LOCALIZACIÓN:

POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,  
EL BURGO DE OSMA

#### ESCALA:

1/500 - 1/100

FECHA: 13/01/2024

FIRMA:

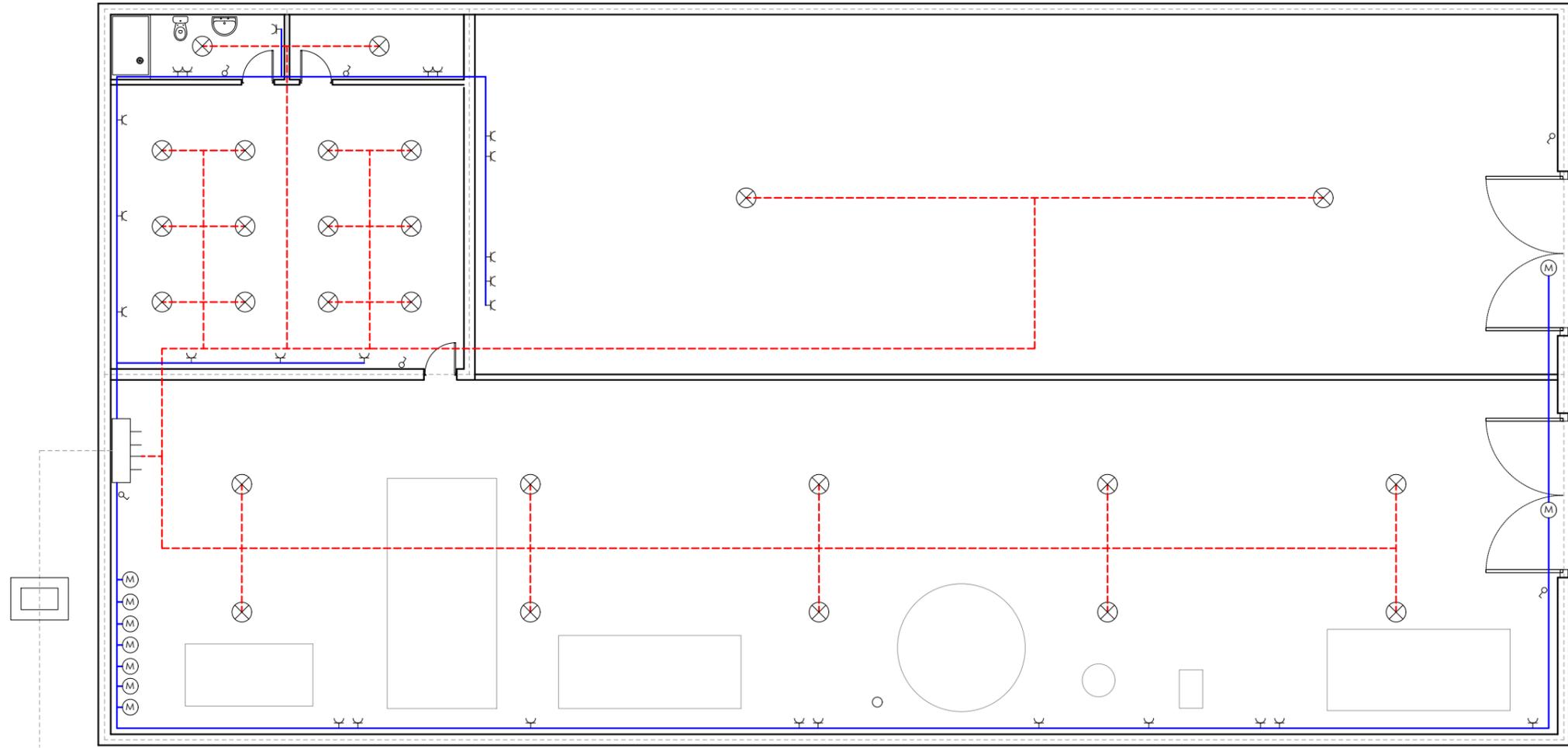
ALUMNO: H.G.D.

DENOMINACIÓN:

INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO

PLANO N°:

11



### LEYENDA DE ELECTRICIDAD

-  INTERRUPTOR
-  ENCHUFE
-  LUMINARIA
-  CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
-  CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN
-  RED ELÉCTRICA CIRCUITO
-  LÍNEA DE FUERZA
-  MOTOR

|                                                                                                                                   |                                                                                                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: NUFRI S.L. |  |
| <b>TÍTULO:</b><br>PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL |                                                                                                                          |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>POLÍGONO INDUSTRIAL LA GÜERA,<br>EL BURGO DE OSMA                                                         | <b>ESCALA:</b><br><span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">1/150</span>                                          |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 13/01/2024<br><b>FIRMA:</b><br><b>ALUMNO:</b> H.G.D.                                                                | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD                                                                      | <b>PLANO N°:</b><br><span style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;">12</span>      |



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS .....</b>         | <b>2</b>  |
| DISPOSICIONES GENERALES .....                            | 2         |
| <b>CONDICIONES FACULTATIVAS.....</b>                     | <b>4</b>  |
| EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA..... | 4         |
| EPÍGRAFE II: TRABAJO, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES.....  | 6         |
| EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN .....              | 8         |
| EPÍGRAFE IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA ..... | 10        |
| <b>CONDICIONES TÉCNICAS.....</b>                         | <b>11</b> |
| EPÍGRAFE I: CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....      | 11        |
| EPÍGRAFE II: CARACTERÍSTICAS DE LA EJECUCIÓN .....       | 16        |
| EPÍGRAFE III: CONTROL DE LA CALIDAD .....                | 24        |
| <b>CONDICIONES ECONÓMICAS .....</b>                      | <b>26</b> |
| EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL .....                       | 26        |
| EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS .....   | 26        |
| EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES .....                 | 27        |
| EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS .....    | 28        |
| EPÍGRAFE V: VARIOS .....                                 | 30        |
| <b>CONDICIONES LEGALES .....</b>                         | <b>32</b> |

# **PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS**

## **DISPOSICIONES GENERALES**

### **Artículo 1: Objeto del pliego de condiciones**

En el presente pliego de condiciones se recogen los criterios que regirán las obras a realizar en este proyecto de aprovechamiento de residuos de producción de frutales para la obtención de bioetanol que se llevará a cabo en el municipio de El Burgo de Osma (provincia de Soria) y cuyo promotor será la empresa NUFRI RESP LIMIT.

En él se detallan los materiales requeridos, así como la normativa vigente a la que debe estar sujeto todo el proyecto. Además, se realizará una descripción de la relación que se ha de instaurar entre los agentes que intervendrán en las obras y servirá de base para el contrato de obras que se efectuará entre el contratista y el promotor.

### **Artículo 2: Documentación que rige las obras del proyecto**

A la hora de la realización de las obras, se deben tomar como fundamento los siguientes documentos: memoria, planos y presupuesto (incluidos en el Proyecto), así como el actual pliego de condiciones. Los directores de dichas obras deberán de disponer en todo momento de estos documentos y actuar en base a ellos, quedando todas sus actuaciones registradas en el libro de órdenes, que se encontrará en todo momento en el lugar de la obra y en el que deben quedar reflejadas la fecha de actuación y la firma tanto del responsable como del encargado correspondiente.

A mayores, si se quiere realizar algún cambio en el planteamiento de la Obra que conlleve una variación sustancial con respecto de lo proyectado deberá informarse la Dirección Técnica para que lo apruebe, si lo considera pertinente, y redacte el oportuno proyecto reformado.

### **Artículo 3: Compatibilidad y prerrelación entre los documentos**

Tanto el Documento nº2 “Planos” como el Documento nº3 “Pliego de condiciones” deben observarse, en principio, sin contradicción alguna entre ellos ya que, cualquier posible omisión en uno de ellos debe reflejarse en el otro. No obstante, en caso de existir alguna contradicción entre ambos, deberá prevalecer la información reflejada en los “Planos” en todo lo que a dimensiones se refiere y la reflejada en el “Pliego de condiciones” en lo referente a características de los materiales a utilizar, ejecución y valoración de las obras.

Por otra parte, en caso de existir alguna omisión, discrepancia o descripción errónea que se considere elemento fundamental en la obra, el contratista estará obligado a realizarlo tal y como si hubiese sido completa y correctamente detallado en la documentación del Proyecto, no quedando, en ningún caso, eximido de la obligación de realizarlo.

#### **Artículo 4: Disposiciones de carácter general y particular**

Además de realizarse en base a lo planteado en los diversos apartados del Proyecto, éste debe enmarcarse dentro de la legalidad vigente y quedar sujeto a la normativa que se expone a continuación:

- Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E.), aprobada por Real Decreto 1.247/2008 de 18 de julio.
- Código Técnico de la Edificación.
- Leyes y Reglamentos sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, accidentes, disposiciones sociales, etc.
- Norma UNE 20460-5-523 de noviembre de 2004, sobre instalaciones eléctricas en edificios.

Se tendrán en cuenta las posibles modificaciones y el resto de disposiciones y normativas que durante el desarrollo del proyecto sean aplicables.

En caso de existir alguna discrepancia entre las disposiciones anteriormente citadas, se aplicarán, en primer lugar, las establecidas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, o en su defecto, las más restrictivas de las establecidas en los Pliegos antes citados o, a falta de ellas, las que determine el Director de Obra.

El Director de Obra podrá determinar condiciones que modifiquen, completen o supriman las establecidas en los Pliegos y Normas antes citados, incluidas las especificadas en el presente Pliego.

De todos los pliegos, normas e instrucciones que se han citado anteriormente, o en los que se citen más adelante en este Pliego de Condiciones, la versión aplicable será la vigente en el momento de ejecutar la obra.

#### **Artículo 5: Contrato y documentación complementaria**

Con respecto al contrato de obra, resulta recomendable que se realice en función de las unidades de obra y de los documentos del Proyecto en cifras fijas. La responsabilidad de ofrecer la documentación necesaria para dicho contrato corre a cargo del director de obra, que será un Ingeniero cuyo cometido será la dirección, control y vigilancia de las obras que formen el proyecto. Además, dentro de sus competencias, también se encontrará la de sancionar, siempre y cuando sea justificado, a los empleados que se encuentren bajo su dirección.

En cuanto a la documentación complementaria, el presente Pliego de Condiciones quedará complementado por las condiciones económicas fijadas en el Contrato de Escritura. Las condiciones del Pliego serán preceptivas siempre y cuando no sean anuladas o modificadas de manera expresa en el Contrato de Escritura.

## **CONDICIONES FACULTATIVAS**

### **EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA**

#### **Artículo 6: El contratista y su equipo de obra**

Usaremos la denominación de contratista para referirnos a la persona encargada de que la obra se ejecute con éxito. Este sujeto tendrá la obligación de nombrar a un delegado de obra que estará bajo sus mandos y que contará con las siguientes funciones:

- Suplantar al contratista cuando éste no pueda hacer presencia en actos definidos en el desarrollo general de la obra.
- Organizar, interpretar y ejecutar las obras, así como acatar las órdenes que se emitan desde la dirección.
- Colaborar en los posibles cambios o problemas que tengan lugar a lo largo del desarrollo de la obra.

Dicho delegado habrá de cumplir ciertas exigencias, entre ellas, contar con una titulación que acredite que cuenta con las aptitudes profesionales necesarias para poder llevar a cabo el volumen de trabajo requerido. Además, el contratista deberá comunicarle la titulación del personal que tendrá a su cargo antes del comienzo de la obra, ya que es el encargado de optimizar al máximo el trabajo del personal de la obra.

En caso de que el volumen de trabajo o alguna situación específica durante la obra lo requiera, existe la posibilidad de nombrar a dos delegados de obra.

#### **Artículo 7: Potestad del contratista**

El contratista:

- Está obligado a acatar las órdenes de la dirección del proyecto, que deben llegarle por escrito y duplicado. De este modo, podrá devolver una de las dos copias a la dirección con la firma de “enterado” corroborando así que ha recibido la información.
- Es el encargado de ordenar la demolición si alguna parte de la obra no se ha realizado de manera correcta y de sustituir aquellos materiales que hayan sido utilizados de forma errónea.
- Tendrá el poder de sustituir al personal, si el Técnico Director de la Obra lo solicita, en caso de que su rendimiento sea muy bajo y no cumpla los objetivos marcados, así como a aquellas personas que no reúnan las capacidades suficientes para desempeñar su trabajo de manera eficaz.
- Está obligado a entregar al Director la relación de las personas que están trabajando en la obra y especificar los rangos y categorías profesionales de cada trabajador.
- Controlará que no se produzca ninguna estafa por parte de los trabajadores a efectos de materiales de obra.

## DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

- No puede modificar ninguna parte de las obras que tenga relación con las órdenes que le han sido dictadas o con los planos aprobados por la dirección.
- Podrá sugerir alguna modificación, siempre y cuando no suponga un aumento del presupuesto, a la dirección, que decidirá si aceptarla o no.

Además, el contratista debe colaborar en todo momento con la dirección facilitándole todos los elementos que se le soliciten ya sean datos numéricos, resguardos de los proveedores u otros caracteres con el fin de verificar que el trabajo que se está realizando coincide con lo especificado en el Pliego de Condiciones.

### **Artículo 8: Residencia del contratista**

Durante todo el transcurso de las obras, desde que se les dé comienzo hasta que se entregue la obra completa al promotor, el Contratista deberá residir en un pueblo o ciudad cercana a la obra para poder desplazarse y mantenerla supervisada en todo momento. El Contratista no podrá ausentarse sin antes comunicarlo al Ingeniero Director y nombrar a una persona que lo sustituya en el cargo.

Si no se cumple lo establecido anteriormente, se procederá a la sustitución del cargo por la persona más capacitada para ello.

### **Artículo 9: Reclamaciones contra las órdenes de la dirección de obra**

En caso de que el Contratista quiera hacer reclamaciones contra las órdenes del Ingeniero Director, deberá presentarlas siempre ante la propiedad. Si éstas son de índole económico o de acuerdo con las condiciones reflejadas en el Pliego de Condiciones, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad mediante explicación razonada, dirigida directamente al Ingeniero Director, quien podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

### **Artículo 10: Copia de los documentos que definen el Proyecto**

El Contratista tiene permitido sacar copias a su costa, de los Pliegos, presupuestos y demás documentos del proyecto. El Técnico podrá autorizar dichas copias después de haber contratado las obras.

### **Artículo 11: Libro de órdenes**

El Contratista tendrá bajo su custodia un libro de órdenes en el que debe anotar todas las órdenes y decisiones tomadas desde el día de la comprobación del replanteo hasta el día de la recepción definitiva.

En este libro debe aparecer la relación de las personas que están en la obra, así como su cargo y facultades.

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **Artículo 12: Posibles problemas puntuales**

El potencial problema más grave que se puede encontrar es que durante las obras aparezcan restos arqueológicos, en cuyo caso se deberá avisar con la mayor brevedad posible a la dirección para que ésta lleve a cabo las pertinentes diligencias.

## **EPÍGRAFE II: TRABAJO, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES**

### **Artículo 13: Trabajos y sus plazos de ejecución**

El Técnico Director debe ser informado del comienzo de las obras por el Contratista con una antelación mínima de 24 horas. Además, el Contratista debe redactar un acta de replanteo en la que aparezcan detalladas todas las condiciones que se seguirán durante la obra.

Para que el Técnico Director pueda formalizar el acta de comienzos de la obra deberá verificar que en la obra se cuenta con la siguiente documentación:

- Licencia de Obra.
- Proyecto de ejecución, anejos y posibles modificaciones.
- Libro de Incidencias.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo (realizada por parte del contratista).
- Libro de Ordenes y Asistencia.
- Otro tipo de autorizaciones, licencias o permisos reglados por otras administraciones.

Una vez adjudicadas las obras, el adjudicatario deberá comenzarlas en un plazo máximo de 15 días desde la adjudicación. Además, el día que se dé comienzo de las obras, deberá informar de ello al Técnico Director.

Será primordial que las obras se den por terminadas dentro de los plazos establecidos, ya que el Contratista tiene el deber de cumplir con todos los elementos descritos en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

### **Artículo 14: Ampliaciones y prórrogas por causa de fuerza mayor**

En caso de que fuera necesaria una ampliación del proyecto, los trabajos no serán interrumpidos y continuarán en función de las instrucciones de la Dirección.

Si la Dirección dispone al Contratista para alguna obra de carácter urgente, éste tendrá que anticipar el servicio y su importe le será consignado mediante un presupuesto adicional o será abonado directamente dependiendo de la cuantía de la que se trate.

Por otra parte, en caso de que el Contratista, debido a causas ajenas a su voluntad, tuviera que cancelar las obras o se viese incapacitado para comenzarlas en la fecha estipulada en el contrato o ante la imposibilidad de terminar las obras en el plazo fijado en el contrato le será concedida una prórroga.

Para que esta prórroga le sea concedida, el Contratista debe redactar un escrito dirigido al Director de la obra donde enuncie las causas que le impiden ejecutar la obra según lo previsto y el retraso que conllevarán dichas causas. Este escrito debe estar correctamente razonado de modo que la causa concuerde con el tiempo de prórroga solicitado.

#### **Artículo 15: Trabajos defectuosos y vicios ocultos**

En caso de que el Ingeniero Director considere que existe algún tipo de defecto de cualquier índole en alguna de las fases o construcciones de la obra que se deba a la mala calidad de los materiales o a la mala ejecución de la obra por parte de los trabajadores, podrá ordenar la demolición de esta parte, siempre sufragando los costes añadidos a la contrata.

Por otra parte, existe la posibilidad de que se den vicios ocultos en la obra. Si el Director considera que éstos pueden existir, también tiene la potestad de ordenar la demolición de los puntos sospechosos para verificar si existen estos vicios. En caso de que existan, deberá subsanarlos y estos gastos serán también sufragados por la contrata siempre y cuando sean verídicos, en caso contrario correrán a cuenta del propietario de la obra.

#### **Artículo 16: Procedencia de los materiales, equipos y aparatos**

Los materiales, equipos y aparatos podrán ser adquiridos donde el Contratista considere oportuno, con libertad total de elección, a excepción de los materiales en los que se especifiquen procedencias y características concretas en el Proyecto.

No obstante, el Contratista está obligado a entregar al Director de ejecución un listado completo de todos los materiales, equipos y aparatos que se vayan a utilizar, incluyendo sus características técnicas, su calidad, marca y motivo de selección. Dicho listado deberá entregarse antes de que los materiales sean utilizados.

#### **Artículo 17: Materiales defectuosos**

El Técnico Director de la obra deberá examinar los materiales adquiridos antes de ser utilizados para comprobar si éstos cumplen con las condiciones estipuladas en el Pliego. Este examen consistirá en realizar ensayos y estudios con muestras de dichos materiales. Los costes adicionales que puedan suponer estos ensayos correrán por cuenta del Contratista.

Si estos ensayos o estudios manifiestan que los materiales son débiles o carecen de la calidad requerida en el Pliego, el Director deberá ordenar su retirada y reemplazarlos por unos nuevos que sí que cumplan con lo estipulado. Si en el pliego no se especifica la calidad de algún material, éste podrá ser retirado a juicio del Técnico Director si considera que no cumple unos requisitos mínimos.

# PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **Artículo 18: Medios auxiliares**

El Contratista es el responsable de los medios auxiliares en la obra aunque éstos no estén recogidos dentro del Pliego de Condiciones y siempre y cuando se encuentren dentro de las posibilidades presupuestarias. El Contratista será el encargado de proveer a los trabajadores de los medios auxiliares adecuados, tales como andamios y demás materiales y maquinaria necesaria para el correcto desarrollo de la obra. De este modo, el propietario de las obras quedará eximido de cualquier tipo de responsabilidad relacionada con los posibles contratiempos que puedan darse por la carencia o insuficiencia de estos medios.

Cabe destacar que no solamente consideramos medios auxiliares a aquellos directamente relacionados con la obra, sino también a las señalizaciones y protecciones de la obra como, por ejemplo, carteles de aviso, vallado perimetral, reclamos luminosos, etcétera. Además de todo aquello que dicte la legalidad vigente en cuanto a la prevención de daños y accidentes.

## **Artículo 19: Control de calidad**

Las distintas partes de la obra (unidades de obra, ejecuciones y materiales) deben cumplir de manera estricta con la calidad exigida en el proyecto, ya que están sujetas a continuas revisiones para comprobar su verdadera calidad.

Estas revisiones podrán ser llevadas a cabo tanto por el Director de Obra como por el propio Contratista.

Si es el Director el que quiere realizar las revisiones, el Contratista deberá poner a su disposición todas las facilidades, ya sea coger muestras o realizar ensayos. Además, podrá interrumpir cualquier acto que pueda poner en riesgo las revisiones. Sin embargo, si es el Contratista el que quiere llevar a cabo el control de calidad, los gastos derivados de éste correrán por su propia cuenta.

## **EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN**

### **Artículo 20: Recepciones provisionales**

Para poder llevar a cabo la recepción provisional de las obras será precisa la presencia tanto del Técnico Director como del Contratista, que comenzarán con las diligencias requeridas. Para ello, el estado de las obras debe ser aceptable y éstas deben haber sido ejecutadas cumpliendo con lo establecido. En caso de que las anteriores premisas se cumplan, dará comienzo el plazo de 12 meses de garantía.

Por el contrario, si las premisas mencionadas no se han cumplido, el Técnico Director elaborará un acta en la que comunique al Contratista todos los elementos que hayan de ser subsanados en un periodo determinado de tiempo. Cumplido este periodo, se volverá a realizar una inspección para comprobar si los elementos que habían de subsanarse han sido subsanados y, en caso afirmativo, se procederá a la entrega de la recepción provisional de la obra.

Finalmente, cuando se haya redactado un documento que reconozca que la obra se ha realizado cumpliendo con lo dictado en el Pliego de Condiciones, se levantará un acta que debe ir acompañada del justificante de la liquidación final de la obra. Tanto el propietario como el Contratista deben estar en poder de una copia de dicha acta.

#### **Artículo 21: Plazo de garantía**

El plazo de garantía es un periodo de tiempo en el que el Contratista debe hacerse cargo de todas las posibles reparaciones de desperfectos que se deban a defectos o vicios ocultos. Este periodo comienza en la fecha de recepción provisional de la obra y finaliza pasados 365 días.

#### **Artículo 22: Conservación de los trabajos profesionales**

En caso de que el Contratista no responda a la conservación de la obra durante el plazo de garantía y si aún no ha sido ocupado por el propietario, la contrata deberá hacerse cargo de los gastos relacionados con los servicios necesarios para el mantenimiento, como la albañilería o la limpieza, entre otros.

Cuando el Contratista abandone las obras, está obligado a dejar toda la zona limpia y desocupada en el plazo establecido por el Técnico Director y cuando aún esté en periodo de garantía y no se hayan desprendido de la obra de manera definitiva. Solo podrán quedar en la obra aquellos materiales necesarios para su limpieza, guardería o trabajos relacionados.

El Contratista de la obra deberá contratar a un vigilante encargado de la guardería de obra y hacerse cargo de los gastos relacionados con ello. Este vigilante deberá acatar las órdenes de la Dirección Facultativa.

#### **Artículo 23: Recepción definitiva**

Una vez finalizado el plazo de garantía se realizará la recepción definitiva de la obra. En este momento, el Contratista comprobará el buen estado de conservación de las obras y, en caso de que todo sea correcto, éste dará por finalizadas sus funciones en la obra y perderá toda responsabilidad económica relacionada con ella.

Por el contrario, si existe algún desperfecto se retrasará la recepción definitiva hasta que las obras queden en el estado deseado, habiendo recibido el visto bueno del Técnico Director antes de la expiración del nuevo plazo. En caso de que este nuevo plazo expire y el Contratista no haya cumplido con lo acordado, se procederá a la rescisión de la contrata perdiéndose la fianza, siempre y cuando el propietario no crea conveniente un nuevo plazo.

#### **Artículo 24: Liquidación final**

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Cuando la obra se dé por terminada, se procederá a la liquidación de la cuantía previamente fijada, que incluye tanto el importe de todas las unidades de obra ejecutadas según lo previsto como aquellas que resultaron de alguna modificación del Proyecto aprobada por la Dirección de la obra.

El Contratista carecerá de todo derecho para reclamar posibles aumentos de obra que no se encontrasen autorizados por escrito en la Entidad propietaria si estos contaban con el visto bueno del Director de obra.

### **Artículo 25: Liquidación en caso de rescisión**

En caso de que se diera una rescisión, la liquidación se llevaría a cabo por medio de un contrato de carácter liquidatorio redactado por ambas partes implicadas. En dicho contrato se incluirían las unidades de obra que hubiesen sido realizadas hasta el momento de la rescisión.

## **EPÍGRAFE IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA**

### **Artículo 26: Facultades de la dirección de las obras**

El Ingeniero director estará encargado, además de todas sus correspondientes facultades particulares, de la vigilancia y dirección de los trabajos que se realicen en las obras ya sea por iniciativa propia o por medio de sus representantes técnicos, que tienen total autoridad.

A mayores, tiene el poder de decidir sobre las personas y cosas que componen la obra en todo lo no especificado en el Pliego de Condiciones.

# CONDICIONES TÉCNICAS

## EPÍGRAFE I: CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

### **Artículo 27: Prescripciones sobre los materiales**

Tanto los materiales que se empleen como la ejecución de los trabajos deberán cumplir de manera rigurosa con los estándares de calidad establecidos en el Proyecto. Se deberán tomar en cuenta todos los detalles que se reflejen en los documentos, así como las indicaciones por parte del Director de la obra y sus encargados.

Para que los materiales puedan comenzar a ser utilizados, es preciso adaptar su calidad. De esta tarea se encargará la dirección de la obra que, en caso de que los materiales no cumplan las condiciones requeridas, deberán evitar que estos se utilicen.

Para poder llevar a cabo estas comprobaciones de calidad, el Contratista está obligado a proporcionar a la dirección una serie de muestras de los materiales que se pretenden utilizar, que se someterán a un estudio que verifique si se encuentran en correcto estado. Cuando estos estudios finalicen, estas muestras deberán ser guardadas junto con los certificados que acrediten que han pasado el control de calidad.

### **Artículo 28: Agua**

El agua será utilizada principalmente para la realización de hormigones y morteros, por ende, deberá cumplir con los requisitos de calidad estipulados en la norma EHE (Instrucción de Hormigón Estructural), que aseguren que estos hormigones y morteros cumplen con la máxima resistencia y no darán problemas estructurales a largo plazo. Las aguas empleadas deberán ser dulces y limpias. En caso de que fuera necesario contratarlas, los gastos correrían a cargo de la contrata.

### **Artículo 29: Cementos**

El cemento es un conglomerante que, al amasarse con agua, fragua y endurece, tanto exponiéndose al aire como sumergido en agua, ya que, en ambas condiciones, sus productos de hidratación son estables.

En este Proyecto, se empleará cemento de marca CEMEX artificial, que cumplirá con las prescripciones vigentes en Normas e Instrucciones. En función del trabajo que se vaya a desempeñar se empleará un tipo de cemento u otro. En general, para situaciones sin especificación, se usará P-350, pudiendo emplear P-450 en caso de que exista peligro de ataque por aguas ricas en sulfato magnésico o cálcico u otros elementos que puedan resultar agresivos para el mismo.

En caso de que la dirección facultativa lo señale, se emplearán cementos especiales que se adecúen a las características específicas del trabajo a realizar como pueden ser cementos siderúrgicos en caso de que el terreno contenga yesos.

Los cementos serán almacenados en lugares cerrados y secos, y siempre sobre alguna superficie, evitando almacenarlos directamente en el suelo.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

### **Artículo 30: Mortero de cemento**

La elaboración del mortero se realiza mezclando sus elementos en máquina y añadiendo el agua que sea necesaria en función de su finalidad. La composición podrá cambiarse si el objetivo del cambio es mejorar la calidad física y estructural del cemento, pero la base siempre ha de ser el cemento en polvo y el resultado una pasta homogénea.

Existen diferentes tipos de mortero en función de la cantidad de cemento en polvo que lleven por cada metro cúbico de arena:

- 1:1 si lleva 900kg de cemento por metro cúbico de arena
- 1:2 si lleva 600kg de cemento por metro cúbico de arena
- 1:3 si lleva 450kg de cemento por metro cúbico de arena
- 1:4 si lleva 350kg de cemento por metro cúbico de arena
- 1:6 si lleva 250kg de cemento por metro cúbico de arena
- 1:8 si lleva 200kg de cemento por metro cúbico de arena
- 1:10 si lleva 150kg de cemento por metro cúbico de arena

### **Artículo 31: Áridos para hormigones**

Los áridos para hormigones y morteros que se empleen en las obras deberán cumplir con las condiciones que se especifiquen en la EHE (Instrucción de Hormigón Estructural) en el momento de la ejecución de las obras. Éstos serán clasificados por calibres, que se acordarán dependiendo de la curva granulométrica con la que trabaje el Técnico de la obra.

Los áridos deberán ser lo suficientemente consistentes y resistir los agentes atmosféricos sin quebrantarse o descomponerse. Por ello, no deberán emplearse áridos procedentes de rocas blandas, friables o porosas ni los que contengan nódulos de pirita, de yeso, compuestos ferrosos, arcilla, polvo, mica, materia orgánica u otras impurezas.

Además, se debe mantener constante la humedad superficial de la arena, por lo que el Contratista deberá encargarse de ello en cada jornada de trabajo.

El tamaño máximo del árido grueso no debe exceder 1/4 de la dimensión mínima de la estructura hormigonada ni 5/6 de la distancia libre horizontal entre las barras de la armadura.

El encargado de elegir las canteras y depósitos de los que provendrán los áridos es el Contratista, no sin la aprobación del Director de obra. Además, en caso de que fuera necesaria una instalación de extracción, trituración y clasificación de los áridos, ésta deberá ser aprobada por el Ingeniero Director.

### **Artículo 32: Hormigones**

Denominamos hormigón a la mezcla compuesta por cemento, agua, áridos (finos o gruesos) y, en ocasiones, aditivos que, al fraguar y endurecer adquieren una alta resistencia. Los hormigones empleados en la obra deberán cumplir con lo estipulado en la norma EHE (Instrucción de Hormigón Estructural) en el momento de la ejecución de las obras. Además, deberán ser elaborados de manera meticulosa a pie de obra o ser encargados directamente a fábrica y siempre serán sometidos a controles de calidad que verifiquen que cumplen con las características deseadas antes de su uso.

Los hormigones pueden estar compuestos o bien por cantos rodados o bien por piedra machacada, dependiendo el uso de uno u otro de su finalidad. Por lo general, su composición para obtener los resultados óptimos es de dos partes de piedra por una de mortero. No obstante, el hormigón puede contar con una serie de fallos que aminoran su resistencia, por lo que se debe comprobar su estado antes de utilizarlos. Existen una serie de fallos que deben evitarse: fisuras superiores a 0,2 milímetros, disgregaciones en la superficie y discontinuidades en la masa.

La forma normal de hacer el hormigón armado es empleando 400l de agua por 800l de grava para 300-350kg de arena.

### **Artículo 33: Encofrados**

Nos referimos con la denominación de encofrado al molde formado con tableros o chapas de metal u otros materiales análogos en el que se deposita el hormigón hasta que se fragua y que se desmonta una vez fraguado.

Al igual que el resto de los materiales, los encofrados deberán pasar un control de calidad en el que se demuestre que cumplen con las condiciones necesarias para no causar daños o fallos a medio o largo plazo. Deberá comprobarse que, a la hora de su retirada, no será necesario propinar fuertes golpes que puedan dañar el hormigón además de que no causen cargas de trabajo superiores a 1/3 de las características deseadas.

No se admitirán más de 2 centímetros de desviación en las alineaciones de la estructura, además de que los errores de espesor serán aceptados dentro de una tolerancia de un 3% - 5%. En caso de que alguno de estos errores aparezca y sea necesario aplicar medidas urgentes, éstas serán responsabilidad del Contratista.

### **Artículo 34: Barras de acero**

Las barras de acero tienen como finalidad soportar los esfuerzos de tracción ejercidos por las piezas de hormigón armado y participar, junto con el hormigón, en el resto de los esfuerzos. Las barras que se entreguen a la obra deben venir con documentos que certifiquen las características del material y el certificado de garantía del fabricante. Además, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la EHE (Instrucción de Hormigón Estructural). En este proyecto emplearemos acero corrugado de alta resistencia B500S.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

La resistencia elástica de estas barras no debe ser superior a 400 N/m<sup>2</sup> y no deben presentar fisuras superficiales ni daños importantes.

Todas las barras deben ser suministradas por la misma empresa y no mezclarse con diferentes tipos, para evitar variaciones en sus propiedades elásticas y prevenir problemas. Si se utilizan barras de distintos fabricantes, deberá especificarse en qué partes de la obra se han usado, para asegurarse de que no se encuentren en áreas cercanas, minimizando así posibles complicaciones.

Las armaduras deben doblarse a velocidad moderada y, si es posible, en condiciones climáticas estables, para evitar tensiones térmicas que puedan dañarlas. No se permiten empalmes, excepto si estos no comprometen la resistencia de la estructura, y deben realizarse mediante soplado o soldadura eléctrica.

Si no se dispone de barras con el diámetro especificado en los documentos técnicos, se utilizarán barras con una sección igual o mayor a la requerida.

Según la EHE, existen ciertas condiciones que deben evitarse al instalar las armaduras:

- Los diámetros nominales deben coincidir con los establecidos en la EHE.
- No deben presentar defectos, ni internos ni externos.
- Es imprescindible contar con los documentos que verifiquen su origen y características.
- No pueden estar recubiertas de óxido.
- No deben presentar defectos de laminación.
- Las desviaciones en la sección no deben superar entre un 1% y un 5%.
- Deben respetarse las especificaciones de cálculo en cuanto a longitud de anclaje, diámetro de doblado y separación de las barras.

### **Artículo 35: Pinturas**

Antes de comenzar con el pintado, se eliminarán completamente los restos de suciedad, óxido u otras impurezas, de manera que las superficies queden completamente limpias y secas.

No se llevará a cabo el pintado en exteriores si hay condiciones de heladas, nieve, lluvia o cuando la humedad pueda generar condensación.

El tiempo entre la limpieza y la aplicación de la capa de imprimación será el mínimo posible, y en ningún caso deberá superar las ocho horas. Asimismo, entre la aplicación de la imprimación y la pintura, o entre distintas capas de pintura, deberán transcurrir al menos 36 horas.

Las áreas que estarán en contacto con la estructura, los tornillos o que requieren soldadura no se pintarán antes de realizar la unión, y siempre se imprimirán y pintarán después de completarla.

Los elementos estructurales se pintarán para garantizar una resistencia al fuego superior a R30. Para ello, se aplicarán dos capas de pintura intumescente, según la

normativa vigente, con un grosor determinado por las características de la pintura y el nivel de resistencia al fuego necesario.

#### **Artículo 36: Elementos cerámicos**

Los elementos cerámicos, como ladrillos y similares, deben tener dimensiones uniformes entre sí y no presentar fisuras ni daños que puedan comprometer la estabilidad del edificio. Las medidas más comunes son de 0,4 x 0,2 x 0,2 metros, y cualquier defecto de fabricación será responsabilidad de la empresa proveedora.

#### **Artículo 37: Materiales que componen la red eléctrica**

Todos y cada uno de los materiales empleados para componer la red eléctrica deberán cumplir con las características que se recogen en el Reglamento Electrónico de Baja y Media Tensión.

#### **Artículo 38: Tuberías de PVC y acero**

Las tuberías de PVC y acero, con los diámetros y especificaciones indicadas en los planos, así como los elementos necesarios para su instalación, serán adquiridas de fabricantes con reconocida solvencia y garantía, seleccionadas entre las de mejor calidad disponibles en el mercado.

Cada tubería deberá incluir, como mínimo, las siguientes marcas distintivas, aplicadas mediante un método que garantice su permanencia: marca del fabricante, diámetro nominal, presión nominal en Kg/cm<sup>2</sup>, sello de calidad y un identificador que permita rastrear la fecha de fabricación y los detalles de las pruebas de recepción y entrega.

#### **Artículo 39: Elementos prefabricados**

Todos los elementos prefabricados empleados en la obra deberán ser suministrados por una única empresa, que será seleccionada por el Director de Obra en función de su prestigio en el sector o de su desempeño laboral satisfactorio. Ninguno de estos materiales podrá ser incorporado a la obra sin la aprobación previa del Director de Obra.

#### **Artículo 40: Otros materiales**

Todo aquel material que no haya sido nombrado en el presente epígrafe del Pliego de Condiciones, en el que se recogen las características de los materiales, y que resulte necesario para el correcto desarrollo de las obras deberá cumplir de igual modo con las mejores condiciones de calidad posibles y deberá ser sometido a un estudio de comprobación de calidad antes de su uso. El Director de la Obra será el encargado de realizar dichas comprobaciones y, asimismo, deberá asegurarse de que los obreros dispongan de todos los materiales necesarios y en las mejores condiciones.

## **EPÍGRAFE II: CARACTERÍSTICAS DE LA EJECUCIÓN**

### **Artículo 41: Replanteo**

El replanteo ha de realizarse antes de iniciar las obras, con la presencia de las partes clave del proyecto, como el Ingeniero Director y el Contratista, o en su defecto, un representante autorizado. Una vez completado el replanteo, se levantará un acta que confirme que se ha llevado a cabo de manera correcta. Se harán tres copias del acta, las cuales serán entregadas al Ingeniero Director, al Contratista y al propietario.

Estas partes tienen el derecho de realizar las verificaciones necesarias para asegurarse de que el replanteo se ha ejecutado correctamente. Los materiales empleados para el replanteo, así como cualquier gasto imprevisto que surja durante el proceso, serán asumidos por el Contratista.

### **Artículo 42: Desbroce del terreno**

Las labores de desbroce y limpieza se realizarán con las medidas de precaución necesarias para evitar cualquier daño a las parcelas vecinas. Además, debe respetarse la decisión del propietario, que está en el derecho de decidir las zonas que quiere que queden tal y como estaban.

Los tocones y raíces con un diámetro superior a 10 cm deberán ser eliminados hasta una profundidad de al menos 50 cm por debajo del nivel de excavación, y no menos de 15 cm por debajo de la superficie natural del terreno.

Cualquier cavidad generada por la extracción de tocones y raíces será rellenada con un material similar al que se encuentra en el área, compactándolo hasta que la superficie quede al nivel requerido.

### **Artículo 43: Excavaciones**

Las excavaciones destinadas a los emplazamientos y cimientos de la obra se llevarán a cabo respetando las dimensiones y el perfilado indicados en el Proyecto o según las indicaciones del director de la obra. No se considerarán como parte del pago los desprendimientos que puedan ocurrir.

No se procederá al relleno de zanjas o excavaciones sin la revisión previa y la autorización del director de la obra. Si, al examinar el terreno de los cimientos, se determina la necesidad de modificar el sistema de cimentación propuesto, el director de la obra realizará los proyectos correspondientes, y el contratista deberá seguir sus instrucciones para continuar con los trabajos.

El perfilado de las excavaciones se realizará con precisión, y cualquier exceso en la excavación deberá ser rellenado con hormigón de baja proporción de cemento, siendo este coste responsabilidad del contratista. Las zanjas para las redes tendrán el ancho, la profundidad y los taludes señalados en el Proyecto o indicados por el director de la

## DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

obra. El fondo de las zanjas se nivelará para garantizar un apoyo uniforme a lo largo de toda la estructura.

La ejecución de las zanjas seguirá las siguientes pautas:

- Se marcará la ubicación y los límites en el terreno, los cuales no deben exceder los establecidos en el Proyecto, ya que servirán de base para el pago del arranque y la reposición del pavimento.
- La tierra extraída se depositará a una distancia mínima de un metro del borde de la zanja, solo en un lado, sin formar un cordón continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito y el acceso a las viviendas cercanas, utilizando pasarelas rígidas sobre las zanjas.

En caso de que el director de la obra ordena el traslado de la tierra extraída, el contratista deberá hacerlo sin recibir compensación adicional, ya que el costo de este trabajo se considera incluido en el precio de la excavación por metro cúbico.

- Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las zanjas abiertas se inunden con agua.
- Todos los servicios y servidumbres descubiertos durante la excavación se respetarán, y se instalarán los apoyos necesarios.
- Los desagües requeridos se harán recogiendo el agua en pocillos ubicados fuera de la línea de alcantarillado. Si se requiere el uso de maquinaria para estos desagües, los gastos correrán por cuenta del contratista.
- Una vez alcanzada la profundidad prevista y nivelado el fondo, el director de la obra procederá a su revisión. Si considera necesario excavar más para colocar cimientos adicionales no previstos, el contratista no tendrá derecho a un nuevo precio por dicha excavación, la cual se ejecutará al mismo precio que la anterior.
- Si la profundidad de las zanjas supera los 1,30 metros, o si la dirección de la obra lo considera necesario, se instalarán entibaciones para contener las paredes, siguiendo las secciones tipo del Proyecto.
- Mientras las zanjas estén abiertas, el contratista será responsable de instalar las medidas de seguridad y señalización necesarias, especialmente por la noche, asumiendo toda la responsabilidad por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

### **Artículo 44: Tuberías de PVC enterradas para abastecimiento**

Por razones de seguridad, las tuberías deben ser rellenadas en secciones de menos de 100 metros, y este proceso solo se llevará a cabo con la autorización del Director de la Obra. La tubería se colocará sobre una base de aproximadamente 10 centímetros, compuesta por material con un tamaño inferior a 20 milímetros, evitando el uso de fragmentos grandes y angulosos. El material sobre el cual descansará la tubería deberá ser no plástico, y será compactado hasta alcanzar una densidad superior al 95%.

Una vez instalada la tubería y colocadas las juntas, se procederá a rellenar los laterales con el mismo material utilizado en el resto, aplicando capas de unos 15 centímetros y

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

compactando con el mismo rigor que en la etapa anterior. El siguiente paso será rellenar la zanja, cubriendo el tubo con tierra una vez que se haya superado una altura de 30 centímetros sobre el mismo. Tras seguir estos procedimientos, será necesario compactar los extremos del tubo, dejando la zona central con una menor densidad. Todo lo referente a este proceso se ajustará a lo establecido en el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento en poblaciones.

### **Artículo 45: Tuberías de PVC para saneamiento**

Las tuberías para el saneamiento pueden clasificarse en función de la carga que soportan, el grosor y el diámetro; la relación entre estas dos últimas características se conoce como "clase", de acuerdo con las normas internacionales ISO. Las tuberías que se utilizarán para este propósito serán del tipo 41, con una resistencia al aplastamiento de 13.500 kg/m<sup>2</sup> y un módulo de rigidez igual o superior a 4 N/m<sup>2</sup>.

Estas tuberías se unirán mediante juntas elásticas y se colocarán en la zanja sobre una base de arena compactada de unos 15cm de espesor, con huecos para los puntos de apoyo a lo largo de toda la tubería. Para garantizar su correcta instalación, deberán estar perfectamente alineadas y ajustadas, asegurándose de que superen la prueba de estanqueidad. Una vez verificada, se rellenará con arena hasta alcanzar el nivel requerido. Todo este proceso se llevará a cabo conforme a lo estipulado en el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento en poblaciones.

### **Artículo 46: Puesta a punto del sistema de tuberías**

Una vez que las tuberías estén instaladas, se deberá verificar que su colocación se haya hecho correctamente, realizando los estudios necesarios para comprobar tanto la presión como la estanqueidad. Para ello, las tuberías se llenarán de agua de manera gradual, con una velocidad que no exceda los 0,3 m/s. Luego, se aumentará la presión de manera progresiva hasta alcanzar 1,4 veces la presión de trabajo, que es la presión para la cual ha sido diseñada la instalación, manteniéndola durante aproximadamente 30 minutos.

La prueba de la instalación se realizará con la presión de ensayo, permitiendo una variación máxima de 0,5 kg/cm<sup>2</sup>. Cualquier fuga detectada durante la prueba deberá ser corregida en un plazo determinado por el Director de Obra. Los costos asociados a estas pruebas serán asumidos por el Contratista, así como cualquier gasto derivado de posibles retrasos en el suministro de agua o la necesidad de transportarla desde otra fuente.

### **Artículo 47: Red de saneamiento**

La red de saneamiento proporcionará protección a las instalaciones frente a las aguas subterráneas, captándolas y canalizándolas para prevenir problemas de humedad. En

este contexto, es fundamental trabajar siguiendo las condiciones de ejecución, además de asegurarse de utilizar los materiales adecuados y el equipo industrial necesario. Todo lo relacionado con la normativa que regula este aspecto se encuentra en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento en Poblaciones.

#### **Artículo 48: Fosas sépticas**

En la instalación de fosas sépticas deberán respetarse las indicaciones del fabricante. Además, el Técnico de Obra deberá estar presente a la hora de realizar las instalaciones y revisar las mismas.

#### **Artículo 49: Preparación de la estructura metálica**

Todos los perfiles laminados deben estar rectos y limpios, eliminando cualquier rebaba generada durante el proceso de laminación. Si alguna pieza requiere enderezamiento o aplanado, se hará mediante métodos que no alteren las propiedades del material, como el uso de una prensa o máquina de rodillos. Si en casos excepcionales se utilizan herramientas como la maza o el martillo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar que el material se endurezca en exceso.

Estas operaciones, así como la conformación de los perfiles, se realizarán en frío. Si el trabajo debe hacerse en caliente, se llevará a cabo a una temperatura de rojo cereza claro (aproximadamente 950°C), cuidando que la estructura del metal no se altere ni se introduzcan tensiones innecesarias durante el calentamiento y enfriamiento.

Antes del trazado, se verificará que los perfiles tienen la forma deseada y están libres de deformaciones. El trazado se hará respetando las dimensiones de los planos del taller, manteniéndose dentro de las tolerancias máximas permitidas. En las soldaduras a tope, el cordón de raíz deberá estar completamente limpio. En caso de que no sea accesible, se adoptarán las medidas necesarias para asegurar la integridad del metal en todo el espesor de la unión.

Todas las uniones que deban realizarse en obra se prepararán previamente en el taller. Las soldaduras visibles deberán tener un acabado uniforme, con una correcta regulación de la corriente utilizada, y no presentar poros, mordeduras, cavidades ni restos de escoria.

#### **Artículo 50: Montaje de la estructura metálica**

Durante el montaje de la estructura metálica de la nave, se prestará especial atención al ensamblaje de las diferentes piezas, con el objetivo de que la estructura se ajuste a la forma descrita en el proyecto. Se deberá verificar tantas veces como sea necesario la correcta colocación relativa de las distintas partes.

A medida que avance la obra, la estructura se asegurará mediante pernos o soldadura para absorber todas las cargas y sobrecargas propias del montaje. No se realizarán las

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

soldaduras hasta que la estructura que deba ser rigidizada por este método esté correctamente alineada.

La estructura se levantará con precisión y perfectamente aplomada, añadiendo arriostramientos provisionales en aquellos puntos donde sean necesarios para soportar todas las cargas, incluidas las derivadas del equipo y su funcionamiento. Estos arriostramientos se mantendrán mientras se consideren necesarios por motivos de seguridad. Cualquier arriostramiento provisional que, por razones de montaje, deba soldarse a las barras de la estructura, será retirado con soplete, nunca a golpes, para evitar dañar la estructura.

En caso de que durante el montaje sea necesario soportar cargas provenientes de acopios de material, equipo de montaje u otras fuentes, se tomarán las medidas adecuadas para manejar los esfuerzos que puedan originarse.

La Dirección Facultativa de la obra y la Empresa de Control de Calidad contratada tendrán la potestad de inspeccionar cualquier fase del montaje, tanto en obra como en los talleres de fabricación. Además, podrá solicitar las radiografías que considere necesarias, y en caso de que estas no aseguren la calidad adecuada de las soldaduras, podrá recurrir a líquidos penetrantes u otros medios. Las soldaduras aceptables serán de calidad 1 o 2, y excepcionalmente de calidad 3, siempre con la aprobación de la Dirección Facultativa.

Por último, el Contratista es el responsable de garantizar las condiciones de seguridad en el trabajo, debiendo cumplir con las normativas vigentes en materia de seguridad, así como con las Normas de seguridad aplicables a las características de la obra.

### **Artículo 51: Hormigón armado**

Este artículo del pliego es crucial, ya que las especificaciones del EHE (Instrucción del Hormigón Estructural) deben seguirse de manera estricta, así como las homologaciones CIETSID y la marca Aenor para productos de acero destinados a hormigón. Antes de que cualquier material, incluyendo el hormigón, las armaduras y los encofrados, se instale en la obra, debe someterse a un estudio exhaustivo.

Una vez que se hayan cumplido estas especificaciones, se deben seguir las siguientes condiciones de trabajo:

- Humedecimiento de encofrados: antes de verter el hormigón, las caras internas de los encofrados deben humedecerse para evitar que absorban agua del hormigón.
- Vertido del hormigón: el hormigón debe verterse desde una altura que no supere el metro, en capas de aproximadamente 30 centímetros, compactando adecuadamente para evitar el movimiento de las barras de armadura. Si se utiliza una manguera especial adaptada para tal fin, se podrá verter desde alturas mayores.
- Compactación: se realizará principalmente mediante vibración, evitando el contacto directo con las armaduras para prevenir daños.

## DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

- Condiciones ambientales: la temperatura ambiental es un factor clave. Los trabajos se suspenderán si la temperatura es inferior a 0°C, o superior a 48°C o durante lluvias intensas, a menos que se haya obtenido una autorización previa de la dirección facultativa.
- Riego del hormigón: para asegurar el adecuado asentamiento del hormigón, se debe mantener húmedas las superficies con un riego directo, evitando presiones excesivas que puedan causar erosiones o pérdida de material, hasta que el hormigón alcance el 70% de la resistencia especificada en el proyecto.
- Juntas horizontales: las juntas horizontales deben estar bien tratadas. Si aparecen, se deberán lavar a presión, cepillar o picar la superficie antes de añadir nuevo hormigón. Si la adhesión se realiza después de 48 horas, se debe usar resinas epoxi.
- Cimentación: los cementos empleados deben ser de la misma fabricación para garantizar la uniformidad.

La resistencia y la durabilidad son las principales características que se toman en cuenta al hablar de hormigones. En función de estas características, podemos distinguir dos tipos principales de hormigón:

- H-200 (resistencia mínima de 25 N/mm<sup>2</sup>, usado principalmente en alzados y obras de fábrica, con un contenido de cemento de 200 kg).
- H-250 (resistencia mínima de 25 N/mm<sup>2</sup>, con un contenido de cemento de 250 kg).

Existen una serie de motivos que pueden empujar a que el hormigón se rechace: consistencia diferente a la especificada en el proyecto, signos de fraguado prematuro, armaduras sin identificación, discontinuidades en la masa, variación en el diámetro del árido, desagregaciones o grietas mayores a 0,2 milímetros, reducción de resistencia mayor al 10% y variaciones dimensionales superiores a 5 milímetros en comparación con las especificaciones del proyecto.

### **Artículo 52: Encofrados**

Siempre que ofrezcan la rigidez adecuada para poder soportar, sin deformarse, el peso al que han de someterse, los encofrados podrán ser de metal, madera o ambos. Los enlaces entre éstos han de ser sencillos y sólidos, facilitando así que el desmontaje quede libre de golpes o tirones.

Deberán lavarse tanto las caras del encofrado como las piezas que las formen. Además, estas caras deberán contar con un espesor que permita que, al estar juntas, la hinchazón de la madera no genere deformaciones en el hormigón.

Por último, aquellos encofrados que ya hayan sido usados pero puedan reutilizarse deberán limpiarse y rectificarse de manera meticulosa.

### **Artículo 53: Compactación**

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

El Director de la Obra será el encargado de seleccionar los equipos que se emplearán para la compactación del terreno, siempre y cuando logre una correcta compactación.

### **Artículo 54: Vertederos**

El Director de Obra deberá escoger un lugar que sirva de vertedero en un radio máximo de 10km con respecto al lugar donde se estén llevando a cabo las obras. A este lugar deberán ser conducidos todos los restos y materiales sobrantes que queden inservibles durante el transcurso de los trabajos.

### **Artículo 55: Pinturas**

Es crucial asegurarse de que todas las superficies se encuentran completamente secas, libres de aceites, grasas, y limpias de óxido, suciedad e incrustaciones de materiales extraños antes de aplicar sobre ellas cualquier tipo de pintura. La limpieza se llevará a cabo mediante rascado manual. Es esencial que el tiempo transcurrido entre la limpieza y la aplicación de la primera capa de protección sea el mínimo posible.

Además de los requisitos mencionados, se deben seguir las siguientes precauciones:

- No se realizará ninguna preparación de superficies si la humedad relativa del aire supera el 85%.
- Las manchas de grasa o aceite se eliminarán con disolventes apropiados (INTA 16-23-12) antes de proceder con la limpieza manual o mecánica.
- El aire comprimido utilizado para el chorro de arena debe estar limpio, y se debe emplear un filtro adecuado para asegurar la ausencia de grasa y aceite.
- La rugosidad obtenida con el chorro de arena debe estar en un rango de 30 a 40 micras.

Las superficies que se vayan a soldar, así como las adyacentes a ellas en una anchura mínima de 50 mm desde el borde del cordón, no deben imprimirse ni recibir ningún tipo de protección hasta que la soldadura se haya completado.

### **Artículo 56: Carpintería y cerrajería**

De acuerdo con el proyecto, el Contratista presentará muestras de los materiales que se utilizarán en la obra. En cuanto a las piezas de carpintería metálica, se deberá garantizar que no entre agua en las instalaciones, y las áreas soldadas deberán estar protegidas para prevenir problemas como la corrosión.

Las puertas a instalar serán las especificadas en el proyecto. Las ventanas deberán tener marcos de acero inoxidable y cristales lisos, sin deformaciones y con un espesor uniforme en toda su superficie. Todos los elementos que se instalen en la obra con estas características deben cumplir con las especificaciones de la norma "NTE-PPA".

### **Artículo 57: Limpieza**

Deberán limpiarse los cuadros de polvo, restos de pintura, cascarillas y demás materiales que se hayan acumulado a lo largo de la obra, tanto en el interior como en el exterior de la nave antes de la Recepción Provisional.

### **Artículo 58: Electricidad**

Se colocarán cuadros eléctricos completamente nuevos y exentos de cualquier tipo de defecto. Además, cada circuito de salida de del cuadro irá exhaustivamente protegido contra cortocircuitos o sobrecargas. La protección contra las corrientes de fuga a tierra se llevará a cabo utilizando interruptores diferenciales de alta sensibilidad, según lo especificado en el proyecto y conforme a la ITC-BT-24. Esta protección se aplicará a nivel de circuito o grupo de circuitos.

Para proteger la instalación eléctrica contra descargas eléctricas, es esencial contar con una línea de puesta a tierra que cumpla con la normativa actual y lo especificado en este Pliego, así como en el Proyecto correspondiente. La puesta a tierra debe garantizar que no haya una tensión superior a 24 V en ninguno de los elementos metálicos.

Todas las carcasas de los equipos eléctricos, estructuras, cajas de combinación y cualquier otro componente con potencial eléctrico deben estar conectadas a un sistema de puesta a tierra separado de la red de tierra del Centro de Transformación.

La instalación de la toma de tierra se llevará a cabo de acuerdo con las directrices establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### **Artículo 59: Instalaciones y maquinaria**

Todo lo relacionado con las instalaciones y maquinaria deberá ajustarse a lo que se especifique en los documentos del Proyecto, incluyendo las características de las máquinas, las cuales deben ser nuevas y sin uso previo. Los equipos deben estar coordinados para evitar desajustes y garantizar un funcionamiento armonizado. La Dirección de Obra podrá realizar pruebas previas a la instalación para confirmar que el funcionamiento de las máquinas es adecuado.

Es fundamental cumplir con las especificaciones establecidas por las Normas y el Reglamento aplicables, que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Las máquinas deben estar homologadas a nivel estatal.
- Deben incluir todos los elementos necesarios para asegurar la seguridad de los operadores y evitar daños a las demás instalaciones.
- Deben tener, como mínimo, un año de garantía.

### **Artículo 60: Acceso y área de la planta**

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

La obra iniciará con la explanación del terreno, seguida de la extensión, nivelación y compactación de las zahorras. La compactación de las capas de zahorra deberá alcanzar una densidad seca de al menos el 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

El Contratista deberá presentar con antelación los equipos que se utilizarán para la fabricación, extensión y compactación de la mezcla. Esta propuesta deberá incluir detalles sobre los tipos de equipos, las normas aplicables y sus características principales. Además, las extendedoras deberán contar con dispositivos automáticos de nivelación.

### **EPÍGRAFE III: CONTROL DE LA CALIDAD**

#### **Artículo 61: Control de la calidad del hormigón**

El hormigón es un material compuesto por una gran variedad de elementos, por ello es preciso realizar un estudio tanto del hormigón como tal como de cada uno de sus componentes (cemento, áridos y agua). Este estudio debe llevarse a cabo antes y durante el hormigonado.

##### **1. Estudio del cemento**

Para el correcto estudio del cemento deben realizarse tres exámenes: uno físico (en el que se comprueben la densidad, la expansión, la finura del molido, etc.), uno químico (en el que se estudien los compuestos que lo forman y las cantidades en las que se encuentran) y uno mecánico (en el que se pongan a prueba la flexión, compresión y tracción).

No obstante, el Director de la Obra puede considerar suficientes las garantías de calidad el fabricantes, de modo que se omitirá este estudio siempre y cuando todas las partidas del material vayan acompañadas de su correspondiente certificado de calidad.

##### **2. Estudio de los áridos**

Para realizar un estudio completo de y exhaustivo de la calidad de los áridos, deben calcularse los siguientes parámetros: contenido de terrones de arcilla, contenido de finos que burlan el tamiz, contenido de materiales que no pasan el tamiz, contenido de compuestos azufrados, coeficiente de la forma y reactividad potencial frente a los álcalis del cemento.

##### **3. Estudio del agua**

En el caso del agua, deben considerarse los siguientes parámetros: pH, porcentaje de sulfatos, determinación del ion Cloro, porcentaje de hidratos de carbono y porcentaje de sustancias solubles en éter.

Cabe destacar que el control de la calidad del agua solo puede realizarse antes del hormigonado, ya que, una vez preparado el hormigón, este estudio no tendrá cabida.

##### **4. Estudio del hormigón**

Una vez que se ha preparado el hormigón y se han verificado las características de los materiales que lo componen, se debe asegurar que estas propiedades se mantengan durante el proceso de vertido. Para ello, se establecerá un nivel de control basado en la resistencia a compresión del hormigón especificada en el proyecto y en el coeficiente de minoración del vertido. Los controles que se lleven a cabo sobre la resistencia del hormigón deberán ajustarse a lo estipulado en la EHE.

Los controles de calidad del hormigón se dividen en dos categorías:

- Prueba de resistencia: Se realiza para evaluar la durabilidad del hormigón a lo largo del tiempo.
- Prueba de consistencia: Se efectúa utilizando el Cono de Abrams, un instrumento metálico que mide la "fluidez" o "plasticidad" del hormigón en su estado fresco.

### **Artículo 62: Control de la calidad del acero**

A partir del coeficiente de minoración del acero, se definirán tres niveles de control, considerando que el coeficiente de minoración estándar para este material es de 1,15. Los controles que deben realizarse para estos materiales están especificados en la EHE.

Los procedimientos de control a seguir son los siguientes:

- Cada lote de material debe ingresar a la obra con las garantías del fabricante que confirmen que cumple con las especificaciones de la EHE.
- Se deben tomar dos muestras de cada lote de 20 toneladas para comprobar que cumplen con las características establecidas en la EHE, así como para realizar los ensayos de doblado y doblado-desdoblado.

## **CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL**

#### **Artículo 63: Base fundamental**

La base fundamental de estas Condiciones Índole Económica se establece en base al principio de que el Contratista debe hacerse cargo del importe de todos los trabajos llevados a cabo a lo largo del transcurso de la obra, siempre y cuando éstos hayan sido realizados de acuerdo con lo estipulado en el Proyecto.

### **EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS**

#### **Artículo 64: Garantías**

El Técnico Director está en el derecho de exigir al Contratista una garantía que verifique que está cumpliendo de manera meticulosa con lo acordado en el Contrato. Esta garantía puede consistir en la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas. Dichas referencias, en caso de ser solicitadas, deberán presentarse antes de la firma del contrato.

#### **Artículo 65: Fianzas**

Se podrá solicitar al Contratista una fianza del 10% del presupuesto de las obras que se llevarán a cabo en el proyecto con la finalidad de que éste se comprometa a cumplir con lo estipulado en el contrato.

#### **Artículo 66: Ejecución de los trabajos con cargos a la fianza**

Si se diera el caso de que el Contratista se negase a realizar los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones acordadas en el contrato, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, abonando su importe con la fianza depositada previamente, sin atender a las acciones legales a las que el propietario pueda recurrir en caso de que la fianza no cubra por completo el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que correspondan.

#### **Artículo 67: Devolución de la fianza**

Una vez firmada el acta de la recepción final definitiva de la obra y siempre y cuando el Contratista haya verificado por medio de un certificado entregado por el Alcalde del Distrito municipal correspondiente en el que se confirme que no existe reclamación alguna contra él por indemnizaciones por accidentes laborales o por daños y perjuicios por impagos o deudas, se procederá a la devolución de la fianza en un plazo nunca superior a 8 días.

## **EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES**

### **Artículo 68: Precios contradictorios**

En caso de que se diese alguna situación que conlleve fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarla y convenirla del siguiente modo:

- El Adjudicatario redactará un escrito firmado en el que refleje el precio modificado que, según su criterio, debe aplicarse a la nueva situación.
- La Dirección técnica, por su parte, estudiará el precio que, a su juicio, deba emplearse.

En caso de que ambos coincidan o de que existan pequeñas diferencias o errores que puedan ser salvados mediante la mera exposición y convicción de una de las partes, la Dirección Técnica formulará el Acta de Avenencia, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Por el contrario, si resultase imposible acordar un precio por mera discusión de los resultados entre ambas partes, el Técnico Director propondrá a la propiedad adoptar la resolución que considere más conveniente, que podrá aprobar el precio exigido por el Adjudicatario o la segregación de la obra o instalación nueva, para ser llevada a cabo bien por administración o bien por un adjudicatario diferente.

El precio contradictorio deberá ser fijado al inicio de la nueva unidad, ya que, en caso de que ésta hubiese comenzado, el Adjudicatario estaría obligado a aceptar el que el Técnico Director hubiese fijado y a concluir a satisfacción de éste.

### **Artículo 69: Reclamaciones por aumento de los precios**

En caso de que el Contratista no presente la reclamación por no considerar suficientes los precios fijados antes de la firma del contrato, no podrá hacerlo después bajo ningún concepto. Tampoco podrá presentar quejas con respecto a nada que se base en las obras y que haya sido reflejado en la Memoria, ya que dicho documento no está hecho en base a la Contrata.

Los posibles errores que puedan ir surgiendo en las unidades de obra, debidos errores de cálculo, en el precio o en los materiales, podrán subsanarse en ese mismo momento, pero no variarán a efectos de rescisiones del contrato; que ya habrán sido señalados en las condiciones Facultativas del Pliego de Condiciones. Los errores materiales no variarán la baja proporcional de la Contrata, en base al importe del Presupuesto que servirá de base a la misma, ya que la baja se fijará siempre estableciendo una relación entre las cifras de dicho Presupuesto, antes de la cantidad ofrecida y las correcciones.

### **Artículo 70: Revisión de precios**

Debido a la enorme variabilidad del mercado, se contempla la posibilidad de realizar revisiones en los precios que se han establecido en el Proyecto, tanto al alza como a la baja, atendiendo a los precios de mercado actuales.

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

En caso de revisión al alza, el Contratista tendrá derecho a recurrir al propietario para llevar a cabo la regulación, en la que ambas partes tratarán de ponerse de acuerdo para después comenzar o seguir con las obras que se vayan a ver influidas por dicha revisión. Es importante recalcar la fecha en la que el nuevo precio acordado comienza a aplicarse para tenerlo en cuenta en caso de que ya se hubiesen comprado los materiales, para saber su están total o parcialmente pagados por el propietario.

Si se diese el caso de que el propietario o el Director de la obra no estuviesen de acuerdo con los nuevos precios propuestos por el Contratista, éste estaría obligado a acatar las órdenes que el Técnico le marcara. Dichos precios se basarían en los precios adquiridos por el Contratista al principio de la revisión. Si el propietario no queda conforme con los nuevos precios establecidos, convocará la baja entre las dos partes de los precios unitarios vigentes en la obra.

En el momento en que, entre los documentos aprobados por ambas partes, existan los precios unitarios contratados descompuestos, se llevará a cabo un procedimiento similar al que se realiza cuando existe alza en los precios iniciales.

### **Artículo 71: Elementos comprendidos en el presupuesto**

Todos los elementos relacionados con la obra, tales como los andamios, vallas, gastos de porte de los materiales y demás elementos auxiliares, además de los impuestos, indemnizaciones, multas y demás pagos que se efectúen a lo largo de la obra y que tengan relación con ésta deben tenerse en cuenta a la hora de fijar los precios de las unidades de obra. En consecuencia, el Contratista no recibirá ninguna cantidad de dinero por estos factores mencionados.

En cada unidad de obra se incluye, además, todos los materiales, accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada por completo y lista para comenzar a ser utilizada.

## **EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

### **Artículo 72: Valoración de las obras**

La valoración de las obras se realizará siempre en base a las unidades de obra acordadas en el presupuesto. Es decir, se aplicarán los precios acordados en el presupuesto junto con los porcentajes correspondientes al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento correspondiente a la baja en la subasta realizada por el Contratista.

### **Artículo 73: Mediciones parciales y finales**

El Contratista deberá estar presente a la hora de realizar la verificación de las mediciones parciales y deberá redactar un acta por duplicado y firmada por ambas

partes. Por su parte, la medición final se realizará una vez terminadas las obras, también en presencia del Contratista.

En el acta mencionada, siempre y cuando se haya verificado la medición en los documentos que la acompañan, deberá reflejarse la conformidad del Contratista o su representante legal.

Si no existe conformidad, se expondrá en el acta junto con las razones que empujan a la disconformidad.

#### **Artículo 74: Equivocaciones en las mediciones**

Dando por supuesto que el Contratista ha comprobado cada documento del Proyecto de manera meticulosa y que, en caso de no haber reclamaciones, no existe fallo alguno en los cálculos o errores generales, en caso de que haya más unidades de obra que las necesarias no tiene derecho alguno a reclamar. No obstante, si hay menos unidades de obra de las necesarias éstas si podrán ser descontadas del presupuesto.

#### **Artículo 75: Carácter provisional de las liquidaciones parciales**

Las liquidaciones parciales tienen carácter provisional y quedan sujetas a las certificaciones y variaciones de la liquidación normal. El propietario tiene derecho de exigir al Contratista que le demuestre que ha cumplido con su parte de la obra cuando se hayan hecho efectivas estas liquidaciones parciales. En este caso, el Contratista deberá justificar el correcto pago a los operarios, la calidad acordada de los materiales y demás cuestiones por medio de la presentación de los comprobantes.

#### **Artículo 76: Pagos**

El Propietario será el encargado de efectuar los pagos cumpliendo con los plazos establecidos y atendiendo a los importes expedidos por el Ingeniero Director en las Certificaciones de obra.

#### **Artículo 77: Suspensión por retraso de pagos**

En ningún caso, el contratista podrá suspender las obras o ralentizar su avance en caso de que se produjesen retrasos en los pagos, ya que éste debe cumplir con los plazos acordados anteriormente de igual manera.

#### **Artículo 78: Indemnización por retraso de pagos**

En caso de existir retrasos injustificados, el Contratista deberá abonar una indemnización antes del fin de las obras cuya cuantía corresponda a la suma de los

## PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

### **Artículo 79: Indemnización por daños de causa mayor al contratista**

En este apartado no se contemplan aquellas indemnizaciones referidas a daños ocurridos durante la obra por averías o pérdidas, sino aquellas que engloban daños producidos por fuerzas mayores, tales como las siguientes:

- Incendios causados por electricidad atmosférica.
- Daños relacionados con maremotos y/o terremotos.
- Daños producidos por vientos, huracanes, mareas y crecidas de ríos superiores a los previstos en función del país y la zona geográfica y siempre conste que el Contratista tomó las medidas que estaban en su mano para atenuar o evitar los daños.
- Daños causados por movimientos del terreno en el que tienen lugar las obras.
- Destrozos ocasionados de manera violenta, a mano armada, en periodos de guerra, en movimientos populares o robos tumultuosos.

En estos casos, la indemnización consistirá, únicamente, del abono de las unidades de obra que ya hubiesen sido ejecutadas en el momento del suceso o de los materiales que se encontrasen a pie de obra. Quedarán excluidos de la indemnización los medios auxiliares, instalaciones y maquinaria que sean propiedad de la Contrata.

## **EPÍGRAFE V: VARIOS**

### **Artículo 80: Mejoras en las obras**

Las mejoras de obra no serán admitidas a no ser que el Ingeniero Director ordene por escrito la ejecución de nuevos trabajos que mejoren la calidad tanto de los contratados como de los aparatos y materiales expuestos en el Contrato.

No se admitirán tampoco aumentos de las unidades de obra contratadas, a no ser que exista algún error en las mediciones del Proyecto y éste no haya sido subsanado con anterioridad, siempre y cuando el Técnico Director no ordene la ampliación de las unidades de obra por escrito.

### **Artículo 81: Seguro de los trabajos**

El Contratista está en la obligación de asegurar los trabajos, mientras duren las obras y hasta que se formalice la recepción final. La cuantía de las aseguraciones coincidirá con el valor que tengan los elementos asegurados en la contrata. Si ocurre un siniestro, la Aseguradora deberá abonar a nombre del propietario el importe de los daños, para de este modo ir pagando al Contratista en función del momento en el que se encuentren las obras.

El dinero que se le va asignando al Contratista se denomina reintegro y se va entregando mediante certificaciones. El propietario nunca podrá disponer de este dinero

### DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

para acciones ajenas a la parte siniestrada, a excepción de que esté en conocimiento del Contratista y este acepte. Si el propietario incumple lo acordado, será motivo suficiente para que el Contratista rescinda la contrata y se le entreguen las fianzas, el precio de los materiales, y otros gastos, así como una indemnización que cubra todos los daños producidos al Contratista por el siniestro, equivalentes a lo que corresponde a la indemnización recibida por la Aseguradora. Además, los daños también serán tasados por el Técnico Director y para poder calcular la cuantía de la indemnización.

Cuando las obras sean de reforma o reparación, resultará necesario conocer cuál es la parte concreta de la obra que debe indemnizarse, así como la cuantía y, en caso de que no se especificara este apartado, la aseguradora entendería que debe tasar el edificio completo.

El Contratista deberá revisar todos los riesgos asegurados y las condiciones de la póliza antes de la contrata. Deberá asegurarse también de que estas condiciones están en conocimiento del propietario y que éste está de acuerdo con lo establecido en el contrato.

## **CONDICIONES LEGALES**

### **Artículo 82: Jurisdicciones**

En caso de existir algún tipo de litigio durante o después de las obras entre las partes, éstas deberán presentarse a un juicio que estará presidido por el Técnico Director y el Tribunal de Justicia correspondiente al partido judicial del término municipal de las obras.

El Contratista es responsable de que la realización de las obras se realice tal y como se ha establecido en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

El Contratista está obligado a ajustarse a lo determinado en la Ley de Contratos de Trabajo y a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El Contratista deberá proteger con un vallado todo el perímetro las obras, con el fin de evitar posibles intrusismos por parte de personas ajenas al recinto o sabotajes de los propietarios de las fincas colindante.

Cualquier observación relativa al anterior punto deberá ser puesta en conocimiento del director de la obra de manera inminente.

El Contratista es el responsable en caso de incumplimiento de las políticas urbanas o las Ordenanzas Municipales del municipio en el que se desarrollan las obras.

### **Artículo 83: Accidentes de trabajo y daños a terceros**

En caso de accidentes que tengan lugar con motivo y durante el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se ajustará a lo impuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún conducto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista tiene la obligación de adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes en todos los lugares que puedan resultar peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable único de todos los accidentes que, por carencia de experiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en los alrededores. Por ende, deberá abonar las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan tener lugar en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista habrá de cumplir los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

**Artículo 84: Pago de arbitrios**

A la hora de efectuar los pagos de los impuestos o arbitrios en general, ya sean municipales o de otro origen, sobre alumbrado, vallado u otros elementos de la obra que deban ser abonados durante la ejecución, éstos correrán a cargo del Contratista, siempre que no se especifique lo contrario en las condiciones particulares del Proyecto. No obstante, y siempre y cuando el Técnico Director lo considere necesario, el contratista recibirá el reintegro del importe de estos pagos.

**Artículo 85: Causas de rescisión del contrato**

Las causas expuestas a continuación se considerarán suficientes para la rescisión del contrato:

- Muerte o incapacidad del Contratista.
- Quiebra del Contratista.

En estos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario tendrá la opción de admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan derecho a indemnización alguna.

- Alteraciones en el contrato por causas tales como la modificación del proyecto presentado en aspectos que, a juicio del Técnico Director, resulten fundamentales para éste y siempre y cuando la variación suponga como mínimo un 40% de las unidades modificadas.
- La suspensión de la obra una vez comenzada o, en todo caso, cuando por causas ajenas a la Contrata, la obra adjudicada no comience dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será inmediata.
- La suspensión de obra comenzada, cuando el plazo de la suspensión haya excedido un año.
- En caso de que la Contrata incumpla los plazos que se establecen en las condiciones particulares del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

PROYECTO DE INSTALACIONES CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE  
PRODUCCIÓN DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

**Artículo 86: Disposición final**

En todo lo no previsto en el presente Pliego de Condiciones, se aplicarán, con carácter de normas supletorias, los preceptos de la Ley y Reglamento de Contratación, actualmente vigentes, así como la Ley de Procedimiento Administrativo.

Los documentos que componen el proyecto y las normas de aplicación actualmente vigentes constituyen el contrato que determina y regula los derechos y obligaciones de ambas partes.

Soria, 19 de septiembre de 2024

Fdo:

Alumno: Héctor Guerreiro Delgado



---

# Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIONES CON  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN  
DE FRUTALES PARA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

## **DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

**Grado de Ingeniería Agraria y Energética**

*AUTOR: HÉCTOR GUERREIRO DELGADO  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA FORESTAL, AGRONÓMICA  
Y DE LA BIOENERGÍA (EIFAB)  
SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*

*SEPTIEMBRE 2024*

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

- LISTADO DE MEDICIONES
- RESUMEN DE PRECIOS UNITARIOS
- RESUMEN DE PRECIOS AUXILIARES
- RESUMEN DE PRECIOS DESCOMPUESTOS
- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO 1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS

|                 |                                                                                                                   |       |       |  |  |          |  |  |          |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--|--|----------|--|--|----------|
| <b>D02AA501</b> | <b>M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA</b>                                                                         |       |       |  |  |          |  |  |          |
| 1.001           | M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos. |       |       |  |  |          |  |  |          |
|                 |                                                                                                                   | 60,00 | 30,00 |  |  | 1.800,00 |  |  |          |
|                 |                                                                                                                   |       |       |  |  |          |  |  | 1.800,00 |

|                 |                                                                                                                                             |       |      |      |      |       |  |  |        |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|-------|--|--|--------|
| <b>D02HF201</b> | <b>M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO</b>                                                                                                      |       |      |      |      |       |  |  |        |
| 1.002           | M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos. |       |      |      |      |       |  |  |        |
|                 |                                                                                                                                             | 14,00 | 2,60 | 2,60 | 1,05 | 99,37 |  |  |        |
|                 |                                                                                                                                             | 4,00  | 3,10 | 3,10 | 1,05 | 40,36 |  |  |        |
|                 |                                                                                                                                             |       |      |      |      |       |  |  | 139,73 |

**TOTAL CAPÍTULO 1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS. ....**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 2 CAPÍTULO 2: SANEAMIENTO**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |  |  |  |        |  |        |        |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--------|--|--------|--------|
| <b>D03AG105</b><br>2.001 | <b>MI TUBERÍA PVC 250 mm. i/SOLERA</b><br>MI. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 250 mm de diámetro, y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo,color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.     |  |  |  |  | 50,00  |  | 50,00  | 50,00  |
| <b>D03AG102</b><br>2.002 | <b>MI TUBERÍA PVC 125 mm. i/SOLERA</b><br>MI. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 125 mm de diámetro y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/ p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.  |  |  |  |  | 100,00 |  | 100,00 | 100,00 |
| <b>D03DA003</b><br>2.003 | <b>Ud ARQUETA REGISTRO 51x38x50 cm.</b><br>Ud. Arqueta de registro de 51x38x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2 y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5. |  |  |  |  | 1,00   |  | 1,00   | 1,00   |

**TOTAL CAPÍTULO 2 CAPÍTULO 2: SANEAMIENTO. . . . .**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 3 CAPÍTULO 3: HORMIGONES**

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |      |      |      |  |  |      |       |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|--|--|------|-------|
| <b>D04EF010</b> | <b>M3 HOR. LIMP. H-200/P/40 VERT. MANUAL</b>                                                                                                                                                                                                                             |       |      |      |      |  |  |      |       |
| 3.001           | M3. Hormigón en masa H-200/P/40 Kg/cm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE. |       |      |      |      |  |  |      |       |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 14,00 | 2,60 | 2,60 | 0,10 |  |  | 9,46 |       |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4,00  | 3,10 | 3,10 | 0,10 |  |  | 3,84 |       |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |      |      |      |  |  |      | 13,30 |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |      |      |      |  |  |       |        |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|--|--|-------|--------|
| <b>D04IC155</b> | <b>M3 HOR. HA-25/P/20/ Ila ZAP. V. M. ENCOF.</b>                                                                                                                                                                                                                                  |       |      |      |      |  |  |       |        |
| 3.002           | M3. Hormigón armado HA-25/P/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-500 S (40 Kgs/m3), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE. |       |      |      |      |  |  |       |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 14,00 | 2,60 | 2,60 | 0,95 |  |  | 89,91 |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4,00  | 3,10 | 3,10 | 0,95 |  |  | 36,52 |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |      |      |      |  |  |       | 126,43 |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                            |      |       |  |      |  |  |        |        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|------|--|--|--------|--------|
| <b>D04IX004</b> | <b>M3 H. A. HA-25/P/20/Ila-45K MUROS V. M.</b>                                                                                                                                                                                             |      |       |  |      |  |  |        |        |
| 3.003           | M3. Hormigón armado HA-25/P/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de muros, incluso armadura B-500 S (45 kgs/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE. |      |       |  |      |  |  |        |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                            | 2,00 | 40,00 |  | 6,00 |  |  | 480,00 |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                            | 2,00 | 20,00 |  | 6,50 |  |  | 260,00 |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                            |      |       |  |      |  |  |        | 740,00 |

|                 |                                                                                                                                                                                               |  |       |       |  |  |  |        |        |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|-------|--|--|--|--------|--------|
| <b>D04PA201</b> | <b>M3 HORMIGÓN HM-25/P/20 SOLERA CEN.</b>                                                                                                                                                     |  |       |       |  |  |  |        |        |
| 3.004           | M3. Solera realizada con hormigón HM-25/P/20/ Ila N/mm2, Tmax. del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido y compactado y p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE. |  |       |       |  |  |  |        |        |
|                 |                                                                                                                                                                                               |  | 40,00 | 20,00 |  |  |  | 800,00 |        |
|                 |                                                                                                                                                                                               |  |       |       |  |  |  |        | 800,00 |

**TOTAL CAPÍTULO 3 CAPÍTULO 3: HORMIGONES. ....**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 4 CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA METÁLICA**

**D05AA001**  
4.001

**Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS**

Kg. Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |         |  |  |  |  |  |  |           |           |
|--------------------------------|---------|--|--|--|--|--|--|-----------|-----------|
| - HE 340 B                     | .609,88 |  |  |  |  |  |  | 1.609,88  |           |
| - HE 240 B, Simple con cartela | 665,75  |  |  |  |  |  |  | 3.665,75  |           |
| - HE 300 B                     | .831,65 |  |  |  |  |  |  | 9.831,65  |           |
| - HE 280 B, Simple con cartela | 901,55  |  |  |  |  |  |  | 15.901,55 |           |
| - HE 320 B                     | .519,45 |  |  |  |  |  |  | 1.519,45  |           |
|                                |         |  |  |  |  |  |  |           | 32.528,28 |

**D05AA027**  
4.002

**MI CORREA EN ACERO PERF. TUBULARES**

MI. Correa tubular de 160x30x2 mm, de acero estructural laminada en caliente según UNE-EN 10210, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                       |       |       |  |  |  |  |  |        |          |
|-----------------------|-------|-------|--|--|--|--|--|--------|----------|
| - Correas de cubierta | 18,00 | 40,00 |  |  |  |  |  | 720,00 |          |
| - Correas laterales   | 14,00 | 40,00 |  |  |  |  |  | 560,00 |          |
|                       |       |       |  |  |  |  |  |        | 1.280,00 |

**TOTAL CAPÍTULO 4 CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA METÁLICA. ....**

=====

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |       |  |        |  |  |        |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|--|--------|--|--|--------|
| <b>D08NE101</b><br>5.001 | <b>M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)</b><br>M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares. | 2,00 | 40,00 | 10,05 |  | 804,00 |  |  | 804,00 |
| <b>D08QC025</b><br>5.002 | <b>MI BAJANTE ACERO PRELAC. D=100 MM.</b><br>MI. Bajante pluvial de 100 mm. de diámetro realizado en chapa de acero prelacado en color, i/recibido de garras atornilladas al soporte, piezas especiales y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                      | 2,00 | 52,00 |       |  | 104,00 |  |  | 104,00 |

**TOTAL CAPÍTULO 5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA. ....**

=====

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 6 CAPÍTULO 6: ALBAÑILERÍA**

|                          |                                                                                                                            |      |       |      |  |        |  |  |        |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|--|--------|--|--|--------|
| <b>D09JC020</b><br>6.001 | <b>M2 PANEL SCHOKBENTON salida molde/20</b>                                                                                |      |       |      |  |        |  |  |        |
|                          | M2. Panel de cerramiento sandwich tipo SCHOKBENTON con acabado salida molde de 20 cm. de espesor para colocar, color gris. |      |       |      |  |        |  |  |        |
|                          |                                                                                                                            | 2,00 | 40,00 | 6,00 |  | 480,00 |  |  |        |
|                          |                                                                                                                            | 2,00 | 20,00 | 6,50 |  | 260,00 |  |  |        |
|                          |                                                                                                                            |      |       |      |  |        |  |  | 740,00 |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |  |      |        |  |  |        |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|------|--------|--|--|--------|
| <b>D10AA208</b><br>6.002 | <b>M2 TABIQUE RASILLÓN 50X20X7 cm.</b>                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |  |      |        |  |  |        |
|                          | M2. Tabique de rasillón dimensiones 50x20x7 cm, recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/p.p de replanteo, nivelado, humedecido de las piezas, roturas y medios auxiliares y de seguridad necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. |      |       |  |      |        |  |  |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3,00 | 10,00 |  | 3,50 | 105,00 |  |  |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00 | 30,00 |  | 3,50 | 105,00 |  |  |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00 | 2,00  |  | 3,50 | 7,00   |  |  |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |  |      |        |  |  | 217,00 |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |  |      |        |  |  |        |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|------|--------|--|--|--------|
| <b>D13AA310</b><br>6.003 | <b>M2 GUARNECIDO Y ENLUCIDO YESO VER.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |       |  |      |        |  |  |        |
|                          | M2. Guarnecido con yeso grueso YG de 12 mm. de espesor y enlucido de yeso fino YF de 1mm. de espesor, en superficies verticales, i/rayado del yeso tosco antes de enlucir, formación de rincones, aristas y otros remates, guardavivos de chapa galvanizada, distribución de material en planta, limpieza posterior de los tajos y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPG-10 y 12. |      |       |  |      |        |  |  |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3,00 | 10,00 |  | 3,50 | 105,00 |  |  |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00 | 2,00  |  | 3,50 | 7,00   |  |  |        |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |       |  |      |        |  |  | 112,00 |

**TOTAL CAPÍTULO 6 CAPÍTULO 6: ALBAÑILERÍA. ....**

=====

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIERÍA**

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |      |  |      |       |  |  |       |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--|------|-------|--|--|-------|
| <b>D23AA155</b> | <b>M2 PUERTA BATIEN. DOBLE CHAPA ROPER</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |      |      |  |      |       |  |  |       |
| 7.001           | M2. Puerta metálica batiente de una hoja ROPER en chapa lisa, hoja fabricada en doble tabique de chapa galvanizada, suministrada armada, protegida con lámina plástica de polietileno, con hoja, cerradura con manilla en nylon y garras para anclaje, i/herrajes de colgar y de seguridad. | 2,00 | 4,50 |  | 4,50 | 40,50 |  |  | 40,50 |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |  |  |  |      |  |  |      |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|--|--|------|
| <b>D23AM010</b> | <b>Ud PUER. TRASTERO ROPER 800 X 2015 mm.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |  |  |  |      |  |  |      |
| 7.002           | Ud. Puerta trastero prelacada de una hoja Roper, de dimensiones 0.80x2.015 m, marco y cerco de acero galvanizado, hoja con lamas horizontales de acero zincado con zona para insertar rejilla de ventilación (283 cm2), cerradura de máxima seguridad alojada en carcasa de PVC-Ignifugo, marco perimetral armado y con zarpas para fijación a soporte, i/ p.p de rejilla de ventilación y medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos, totalmente colocada. | 3,00 |  |  |  | 3,00 |  |  | 3,00 |

**TOTAL CAPÍTULO 7 CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIERÍA**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |  |  |  |       |  |  |       |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|--|--|-------|--|--|-------|
| <b>D25AD030</b><br>8.001 | <b>Ud ACOMETIDA RED 1 1/4"-32 mm. POLIET.</b><br>Ud. Acometida a la red general de distribución con una longitud máxima de 8 m., formada por tubería de polietileno de 1 1/4" y 10 Atm. para uso alimentario serie Hersalit de Saenger, brida de conexión, machón rosca, manguitos, llaves de paso tipo globo, válvula antiretorno de 1 1/4", tapa de registro exterior, grifo de pruebas de latón de 1/2", incluso contador, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua. | 50,00 |  |  |  | 50,00 |  |  | 50,00 |
| <b>D25RA300</b><br>8.002 | <b>Ud INSTAL. CAÑA AGUA F-C ASEO D+L+I</b><br>Ud. Instalación de red de agua fría y caliente con tubería de acero galvanizado y red de desagüe de PVC, en un aseo con ducha, lavabo e inodoro de tanque bajo, i/p.p. de red interior, ascendentes y desagües, i/bote sifónico, manguetón hasta bajantes, sin aparatos sanitarios, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.                                                                                             | 1,00  |  |  |  | 1,00  |  |  | 1,00  |

**TOTAL CAPÍTULO 8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA. . . . .**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 9 CAPÍTULO 9: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |  |  |  |      |  |  |      |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|--|--|------|
| <b>D34AA006</b><br>9.001 | <b>Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B</b><br>Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR. | 2,00 |  |  |  | 2,00 |  |  | 2,00 |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|--|--|------|

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |  |  |  |      |  |  |      |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|--|--|------|
| <b>D34AI015</b><br>9.002 | <b>Ud BOCA INCEN. EQUIPADA 45 mm./20m.</b><br>Ud. Boca de incendios para usos equipada BIE formada por cabina de chapa de acero de 650x500x160 mm., pintada en rojo, marco en acero inoxidable con cerradura y cristal, rótulo romper en caso de incendio, devanadera circular cromada, lanza de tres efectos con racor, válvula de 1 1/2" de latón con racor, 20 m de manguera sintética de 45 mm. y manómetro de 0 a 16 kg/cm2, según CTE/DB-SI 4 seguridad en caso de incendio, certificado de AENOR, totalmente instalada. | 1,00 |  |  |  | 1,00 |  |  | 1,00 |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|--|--|------|

**TOTAL CAPÍTULO 9 CAPÍTULO 9: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. . . .**

---



---

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 10 CAPÍTULO 10: PINTURA**

**D35AI001**  
10.001

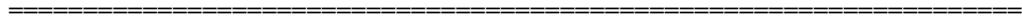
**M2 PINTURA A LA CAL**

M2. Pintura a la cal con dos manos en paramentos verticales y horizontales, previa limpieza de salitres y polvo.

|                                   |      |       |      |        |
|-----------------------------------|------|-------|------|--------|
| Pintura empleada para los interio | 3,00 | 10,00 | 3,50 | 105,00 |
|                                   | 1,00 | 2,00  | 3,50 | 7,00   |

112,00

**TOTAL CAPÍTULO 10 CAPÍTULO 10: PINTURA. ....**



| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

## CAPÍTULO 11 CAPÍTULO 11: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |       |  |  |       |  |  |       |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|--|--|-------|--|--|-------|
| <b>D38KP010</b><br>11.001 | <b>Ud PICA TOMA DE TIERRA 1,50 M.</b><br>Ud. Pica de toma de tierra de 1.50 m, colocada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | 1,00  |  |  | 1,00  |  |  | 1,00  |
| <b>D28AA550</b><br>11.002 | <b>Ud LUMIN. ESPACIAL D=72 1x58 W.</b><br>Ud. Luminaria espacial Zafiro de Ornalux de 1x58 W Mod. Z58R de tubo con diámetro 72 mm. de reflector especular de longitud 2,00 m., i/ piezas especiales de unión, codos, finales, sistema de suspensión ...etc, para realizar mallas espaciales s/ diseño, electrificación con: reactancia, cebador, regleta de conexión...etc, i/lámparas fluorescente trifósforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.                                                                                                                                                                                                                        |  | 12,00 |  |  | 12,00 |  |  | 12,00 |
| <b>D28AC005</b><br>11.003 | <b>Ud LUMIN. EMPOT. 1200x600 CEL. V 4X36 W.</b><br>Ud. Luminaria empotrar 4x36 W. CASTAN AV-436 con difusor celosia en V aluminio especular, escayola o modular, de medidas 1200x600 mm, con protección IP-20/CLASE I, cuerpo de chapa de acero 0,7 mm esmaltado en blanco, equipo electrico accesible sin necesidad de desmontar luminaria, piezas de anclaje lateral con posibilidad de reglaje de altura o bien varilla roscada o ganchos en techo de luminaria, electrificación con: reactancias, cebadores, regleta de conexión toma de tierra, portalámparas... etc, i/lámparas fluorescentes trifósforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.                        |  |       |  |  |       |  |  | 14,00 |
| <b>D27IH042</b><br>11.004 | <b>Ud CUADRO GENERAL NAVE 500 m2</b><br>Ud. Cuadro tipo de distribución, protección y mando para nave industrial para superficie hasta 500 m2, con o sin pública concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta, incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 63A/4p/30mA, 3 diferenciales de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 15 PIAS de 10A (I+N); 12 PIAS de 15A (I+N), 8 PIAS de 20A (I+N); contactor de 40A/2p/220V; reloj-horario de 15A/220V. con reserva de cuerda y dispositivo de accionamiento manual ó automatico, totalmente cableado, conexionado y rotulado. |  | 1,00  |  |  | 1,00  |  |  | 1,00  |

| Código                    | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Uds.   | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>D28AO005</b><br>11.005 | <b>Ud EMERGEN. DAISALUX NOVA N1 70 LÚM.</b><br>Ud. Bloque autónomo de emergencia IP44 IK 04, modelo DAISALUX serie Nova N1, de superficie o empotrado, de 70 Lúm. con lámpara de emergencia FL. 6W, con caja de empotrar blanca o negra, o estanca (IP66 IK08), con difusor biplano opal o transparente. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor contruidos en policarbonato. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. | 1,00   |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>D38KD070</b><br>11.006 | <b>MI CABLE 0,6-1KV DE 3X2,5 MM2.</b><br>MI. Cable de 0.6-1 kv. de 3x2.5 mm2, colocado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 150,00 |          |         |        | 150,00    |          | 150,00 |             |
| <b>U44MG200</b><br>11.007 | <b>Ud Toma de corriente 2P+TTL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 20,00  |          |         |        | 20,00     |          | 20,00  |             |
| <b>D36ZM115</b><br>11.008 | <b>MI LÍNEA ALUMINIO 3 (1X150 mm2)</b><br>MI. Línea subterránea M.T. 12/20 kV conductor HEPRZ1 3(1x150 mm2) Al de doble circuito, tendida en zanja sobre lecho de arena y en canalización bajo acera, incluso p.p. de placa de protección y cinta de señalización, totalmente instalada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 50,00  |          |         |        | 50,00     |          | 50,00  |             |
| <b>D27OD110</b><br>11.009 | <b>Ud BASE ENCH. JUNG-621 W TUBO PVC</b><br>Ud. Base enchufe estanca de superficie con toma tierra lateral de 10/16A(II+T.T) superficial realizado en tubo PVC rígido M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750V. y sección 2,5 mm2 (activo, neutro y protección), incluido caja de registro "plexo" D=70 toma de corriente superficial JUNG-621 W y regletas de conexión, totalmente montado e instalado.                                                                                                                                                                                | 20,00  |          |         |        | 20,00     |          | 20,00  |             |

**TOTAL CAPÍTULO 11 CAPÍTULO 11: INSTALACIÓN ELÉCTRICA. ....**

| Código                                                     | Descripción                                  | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>CAPÍTULO 12 CAPÍTULO 12: MAQUINARIA E INSTALACIONES</b> |                                              |      |          |         |        |           |          |        |             |
| <b>12.1</b>                                                | <b>Aspiradora de frutos</b>                  |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.001                                                     | Apero agrícola para la recolección           | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>12.2</b>                                                | <b>Lavadora de fruta</b>                     |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.002                                                     | Máquina empleada con el fin de               | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>12.3</b>                                                | <b>Cortadora y trituradora industrial</b>    |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.003                                                     | Máquina para la disminución del              | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>12.4</b>                                                | <b>Reactor de explosión a vapor</b>          |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.004                                                     | Reactor para el pretratamiento d             | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>12.5</b>                                                | <b>Biorreactor de SFS</b>                    |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.005                                                     | Reactor para la fermentación de              | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>12.6</b>                                                | <b>Columna de destilación</b>                |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.006                                                     | Columna de destilación para la s             | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>12.7</b>                                                | <b>Equipo de destilación azeotrópica</b>     |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.007                                                     | Equipo de deshidratación con el              | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>12.8</b>                                                | <b>Caldera de biomasa</b>                    |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.008                                                     | Caldera que empleará los restos              | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 1,00   |             |
| <b>12.9</b>                                                | <b>Tanque de almacenamiento de bioetanol</b> |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.009                                                     | Tanque para el almacenamiento                | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |             |

| Código       | Descripción                       | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------------|-----------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|              |                                   |      |          |         |        |           | 1,00     |        |             |
| <b>12.10</b> | <b>Lona</b>                       |      |          |         |        |           |          |        |             |
| 12.010       |                                   |      |          |         |        |           |          |        |             |
|              | Lona plástica para el recubrimier | 1,00 | 20,00    | 20,00   |        | 400,00    |          |        |             |
|              |                                   |      |          |         |        |           |          | 400,00 |             |

**TOTAL CAPÍTULO 12 CAPÍTULO 12: MAQUINARIA E INSTALACIONES. . . .**

---

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO 13 CAPÍTULO 13: SEGURIDAD Y SALUD**

13.1  
13.001

2% del presupuesto total

1,00

1,00

1,00

**TOTAL CAPÍTULO 13 CAPÍTULO 13: SEGURIDAD Y SALUD. ....**

=====

| Código                                         | Ud. | Descripción                      | Cantidad | Precio | Importe   |
|------------------------------------------------|-----|----------------------------------|----------|--------|-----------|
| <b>PRECIOS UNITARIOS</b>                       |     |                                  |          |        |           |
| <b>U01 MANO DE OBRA</b>                        |     |                                  |          |        |           |
| U01AA007                                       | Hr  | Oficial primera                  | 1.297,95 | 16,17  | 20.987,85 |
| U01AA008                                       | Hr  | Oficial segunda                  | 18,20    | 15,34  | 279,19    |
| U01AA009                                       | Hr  | Ayudante                         | 9,20     | 14,85  | 136,62    |
| U01AA010                                       | Hr  | Peón especializado               | 19,05    | 14,56  | 277,37    |
| U01AA011                                       | Hr  | Peón suelto                      | 3.268,85 | 14,41  | 47.104,16 |
| U01AA015                                       | Hr  | Maquinista o conductor           | 33,65    | 14,80  | 498,02    |
| U01FA103                                       | Hr  | Oficial 1ª encofrador            | 97,35    | 22,30  | 2.170,93  |
| U01FA105                                       | Hr  | Ayudante encofrador              | 97,35    | 18,90  | 1.839,93  |
| U01FA201                                       | Hr  | Oficial 1ª ferralla              | 575,36   | 18,00  | 10.356,44 |
| U01FA204                                       | Hr  | Ayudante ferralla                | 575,36   | 16,50  | 9.493,41  |
| U01FE033                                       | MI  | M.obra tubo PVC s/sol.D=110/160  | 100,00   | 8,90   | 890,00    |
| U01FE034                                       | MI  | M.obra tubo PVC s/sol.200/315    | 50,00    | 10,10  | 505,00    |
| U01FG405                                       | Hr  | Montaje estructura metal.        | 842,57   | 17,20  | 14.492,14 |
| U01FO343                                       | M2  | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch   | 804,00   | 5,60   | 4.502,40  |
| U01FQ005                                       | M2  | Mano obra guarnecido/enlucido    | 112,00   | 6,60   | 739,20    |
| U01FX001                                       | Hr  | Oficial cerrajería               | 6,68     | 15,90  | 106,13    |
| U01FX003                                       | Hr  | Ayudante cerrajería              | 6,68     | 13,80  | 92,12     |
| U01FY105                                       | Hr  | Oficial 1ª fontanero             | 106,86   | 15,50  | 1.656,25  |
| U01FY110                                       | Hr  | Ayudante fontanero               | 55,90    | 13,70  | 765,87    |
| U01FY625                                       | Hr  | Oficial esp.inst. eléctrica      | 1,80     | 18,00  | 32,40     |
| U01FY627                                       | Hr  | Peón especi.inst. eléctrica      | 1,80     | 13,60  | 24,48     |
| U01FY630                                       | Hr  | Oficial primera electricista     | 43,60    | 16,50  | 719,40    |
| U01FY635                                       | Hr  | Ayudante electricista            | 10,00    | 13,90  | 139,00    |
| U01FZ101                                       | Hr  | Oficial 1ª pintor                | 5,60     | 16,20  | 90,72     |
| U01FZ105                                       | Hr  | Ayudante pintor                  | 5,60     | 12,60  | 70,56     |
| <b>U02 MAQUINARIA</b>                          |     |                                  |          |        |           |
| U02FA001                                       | Hr  | Pala cargadora 1,30 M3.          | 18,00    | 22,00  | 396,00    |
| U02FK001                                       | Hr  | Retroexcavadora                  | 15,65    | 28,00  | 438,20    |
| U02LA201                                       | Hr  | Hormigonera 250 l.               | 9,65     | 1,30   | 12,54     |
| U02SW001                                       | Lt  | Gasóleo A                        | 520,40   | 1,06   | 551,62    |
| U02SW005                                       | Ud  | Kilowatio                        | 33,76    | 0,14   | 4,73      |
| <b>U04 ÁRIDOS, CONGLOM., ADITIVOS Y VARIOS</b> |     |                                  |          |        |           |
| U04AA001                                       | M3  | Arena de río (0-5mm)             | 13,21    | 24,50  | 323,55    |
| U04AA101                                       | Tm  | Arena de río (0-5mm)             | 12,15    | 16,33  | 198,43    |
| U04AF150                                       | Tm  | Garbancillo 20/40 mm.            | 24,30    | 31,10  | 755,76    |
| U04CA001                                       | Tm  | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 7,00     | 108,20 | 757,29    |
| U04EA001                                       | Tm  | Cal viva                         | 0,34     | 164,46 | 55,26     |
| U04GA005                                       | Tm  | Yeso negro                       | 1,14     | 68,00  | 77,66     |
| U04GA050                                       | Tm  | Yeso blanco                      | 0,27     | 72,50  | 19,72     |
| U04MA703                                       | M3  | Hormigón HM-25/P/20/ Ila central | 800,00   | 97,65  | 78.120,00 |
| U04MA723                                       | M3  | Hormigón HA-25/P/20/ Ila central | 866,43   | 99,06  | 85.828,56 |
| U04PY001                                       | M3  | Agua                             | 4,25     | 1,44   | 6,12      |
| <b>U05 RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO</b>       |     |                                  |          |        |           |
| U05AG003                                       | MI  | Tubería PVC sanitario D=125      | 105,00   | 3,33   | 349,65    |
| U05AG014                                       | MI  | Tubería saneam.PVC D=250         | 52,50    | 11,95  | 627,38    |

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

**PRECIOS UNITARIOS**

|          |    |                              |      |       |       |
|----------|----|------------------------------|------|-------|-------|
| U05AG040 | Kg | Pegamento PVC                | 1,95 | 9,97  | 19,44 |
| U05DA060 | Ud | Tapa H-A y cerco met 60x60x6 | 1,00 | 11,25 | 11,25 |

**U06 ACERO PARA ARMAR Y TALLER**

|          |    |                         |           |      |           |
|----------|----|-------------------------|-----------|------|-----------|
| U06AA001 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.    | 223,77    | 1,13 | 252,86    |
| U06DA010 | Kg | Puntas plana 20x100     | 16,69     | 1,47 | 24,53     |
| U06GG001 | Kg | Acero corrugado B 500-S | 40.275,06 | 0,80 | 32.220,05 |
| U06JA001 | Kg | Acero laminado S275J0   | 32.528,28 | 1,02 | 33.178,85 |
| U06SA610 | Kg | Acero en tubular S275J0 | 15.360,00 | 1,31 | 20.121,60 |

**U07 MADERA PARA ENCOFRAR Y CUBRIR**

|          |    |                             |      |        |        |
|----------|----|-----------------------------|------|--------|--------|
| U07AI001 | M3 | Madera pino encofrar 26 mm. | 3,62 | 136,00 | 491,78 |
|----------|----|-----------------------------|------|--------|--------|

**U08 PREFABRICADOS PARA ESTRUCTURAS**

|          |    |                               |        |       |           |
|----------|----|-------------------------------|--------|-------|-----------|
| U08JG031 | M2 | P.SCHOKBENTON salida molde/20 | 740,00 | 93,98 | 69.545,20 |
|----------|----|-------------------------------|--------|-------|-----------|

**U10 MAT. CERÁMICO Y PREF. ALBAÑILERÍA**

|          |    |                           |          |      |        |
|----------|----|---------------------------|----------|------|--------|
| U10DA001 | Ud | Ladrillo cerámico 24x12x7 | 54,00    | 0,11 | 5,94   |
| U10DG030 | Ud | Ladrillo doble 50x20x7    | 2.170,00 | 0,34 | 737,80 |

**U12 MATERIAL DE CUBIERTA**

|          |    |                                  |          |       |           |
|----------|----|----------------------------------|----------|-------|-----------|
| U12CZ015 | Ud | Torn.autorroscante 6,3x120       | 2.010,00 | 0,18  | 361,80    |
| U12NC520 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm    | 321,60   | 3,47  | 1.115,95  |
| U12NC540 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm    | 160,80   | 6,90  | 1.109,52  |
| U12NI030 | M2 | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T. | 812,04   | 29,30 | 23.792,77 |
| U12QC005 | MI | Baj.acer.prelac.d=100 mm. IMS    | 108,16   | 5,68  | 614,35    |
| U12QC400 | Ud | Codo acer.prelac. v.diám. IMS    | 15,60    | 3,61  | 56,32     |
| U12QC501 | Ud | Abrazad.chapa prelac. IMS        | 52,00    | 1,18  | 61,36     |

**U13 REVESTIMIENTOS**

|          |    |                               |      |      |      |
|----------|----|-------------------------------|------|------|------|
| U13NA005 | MI | Guardavivos chapa galvanizada | 5,60 | 1,12 | 6,27 |
|----------|----|-------------------------------|------|------|------|

**U22 CERRAJERÍA**

|          |    |                                  |       |       |          |
|----------|----|----------------------------------|-------|-------|----------|
| U22AA110 | Ud | Puerta trastero Roper 0.80x2,015 | 3,00  | 51,55 | 154,65   |
| U22AA155 | M2 | Puerta bat.doble chapa ROPER     | 40,50 | 51,25 | 2.075,63 |

**U23 VIDRIERÍA Y TRASLÚCIDOS**

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

**PRECIOS UNITARIOS**

|          |    |                                |      |       |      |
|----------|----|--------------------------------|------|-------|------|
| U23AA010 | M2 | Vidrio incoloro PLANILUX 5 mm. | 0,32 | 14,27 | 4,57 |
|----------|----|--------------------------------|------|-------|------|

**U24 FONTANERÍA I : TUB. ABASTECIMIENTO**

|          |    |                                |        |        |          |
|----------|----|--------------------------------|--------|--------|----------|
| U24AA004 | Ud | Contador de agua de 1 1/4"     | 50,00  | 116,90 | 5.845,00 |
| U24HA002 | MI | Tubo acero galvan. 1/2" DN 15  | 19,00  | 11,96  | 227,24   |
| U24HA003 | MI | Tubo acero galvan. 3/4" DN 20  | 6,00   | 13,50  | 81,00    |
| U24HD004 | Ud | Codo acero galv. 90° 1/2"      | 26,60  | 1,08   | 28,73    |
| U24HD007 | Ud | Codo acero galv. 90° 3/4"      | 8,40   | 1,45   | 12,18    |
| U24HD013 | Ud | Codo acero galv. 90° 1 1/4"    | 50,00  | 5,31   | 265,50   |
| U24HD104 | Ud | Manguito acero galv. 1/2"      | 0,76   | 0,99   | 0,75     |
| U24HD107 | Ud | Manguito acero galv. 3/4"      | 0,24   | 1,24   | 0,30     |
| U24HD204 | Ud | Té acero galvanizado 1/2"      | 15,20  | 1,45   | 22,04    |
| U24HD207 | Ud | Té acero galvanizado 3/4"      | 4,80   | 2,12   | 10,18    |
| U24PA008 | MI | Tub. polietileno 10 Atm 40 mm  | 400,00 | 1,67   | 668,00   |
| U24PD104 | Ud | Enlace recto polietileno 40 mm | 350,00 | 3,46   | 1.211,00 |
| U24ZX001 | Ud | Collarín de toma de fundición  | 50,00  | 11,60  | 580,00   |

**U25 FONTANERÍA II : EVACUACIÓN**

|          |    |                                   |      |       |      |
|----------|----|-----------------------------------|------|-------|------|
| U25AA002 | MI | Tub. PVC evac. 40 mm. UNE EN 1329 | 3,00 | 1,24  | 3,72 |
| U25AA003 | MI | Tub. PVC evac. 50 mm. UNE EN 1329 | 2,00 | 1,15  | 2,30 |
| U25AA004 | MI | Tub. PVC evac. 75 mm. UNE EN 1329 | 0,70 | 1,76  | 1,23 |
| U25AD005 | MI | Tubería PVC-F pluv.110 mm.        | 1,00 | 2,60  | 2,60 |
| U25DA002 | Ud | Codo 87° m-h PVC evac. 40 mm.     | 3,00 | 1,04  | 3,12 |
| U25DA003 | Ud | Codo 87° m-h PVC evac. 50 mm.     | 2,00 | 1,73  | 3,46 |
| U25DA004 | Ud | Codo 87° m-h PVC evac. 75 mm.     | 0,21 | 2,28  | 0,48 |
| U25DA006 | Ud | Codo 87° m-h PVC evac. 110 mm.    | 0,20 | 3,19  | 0,64 |
| U25DD002 | Ud | Manguito unión h-h PVC 40 mm.     | 1,20 | 1,04  | 1,25 |
| U25DD003 | Ud | Manguito unión h-h PVC 50 mm.     | 0,80 | 1,55  | 1,24 |
| U25DD004 | Ud | Manguito unión h-h PVC 75 mm.     | 0,14 | 3,02  | 0,42 |
| U25DD006 | Ud | Manguito unión h-h PVC 110 mm.    | 0,20 | 4,87  | 0,97 |
| U25XF025 | Ud | Bote sifónico PVC 110-40/50       | 1,00 | 9,35  | 9,35 |
| U25XH007 | Ud | Sujección bajantes PVC 110 mm     | 0,50 | 1,59  | 0,80 |
| U25XP001 | Kg | Adhesivo para PVC Tangit          | 0,10 | 17,60 | 1,71 |

**U26 FONTANERÍA III :VÁLV., GRIFER., ACC.**

|          |    |                             |        |       |          |
|----------|----|-----------------------------|--------|-------|----------|
| U26AD004 | Ud | Válvula antirretorno 1 1/4" | 50,00  | 10,28 | 514,00   |
| U26AR005 | Ud | Llave de esfera 1 1/4"      | 100,00 | 10,02 | 1.002,00 |
| U26GX001 | Ud | Grifo latón rosca 1/2"      | 50,00  | 5,92  | 296,00   |

**U30 ELECTRICIDAD**

|          |    |                                 |        |        |        |
|----------|----|---------------------------------|--------|--------|--------|
| U30IA015 | Ud | Diferencial 40A/2p/30mA         | 3,00   | 45,16  | 135,48 |
| U30IA025 | Ud | Diferencial 63A/4p/30mA         | 1,00   | 479,46 | 479,46 |
| U30IA035 | Ud | PIA 5-10-15-20-25 A (I+N)       | 35,00  | 16,91  | 591,85 |
| U30IA047 | Ud | PIA III+N 40A,S253NC40 ABB      | 1,00   | 109,62 | 109,62 |
| U30IG501 | Ud | Reloj-hor.15A/220V reser.cuerd. | 1,00   | 64,20  | 64,20  |
| U30IM001 | Ud | Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan. | 1,00   | 124,30 | 124,30 |
| U30IM101 | Ud | Contactador 40A/2 polos/220V    | 1,00   | 52,92  | 52,92  |
| U30JW002 | MI | Conductor rígido 750V;2,5(Cu)   | 480,00 | 0,51   | 244,80 |

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

**PRECIOS UNITARIOS**

|          |    |                              |        |      |        |
|----------|----|------------------------------|--------|------|--------|
| U30JW125 | MI | Tubo PVC rígido M 20/gp5     | 120,00 | 1,33 | 159,60 |
| U30JW551 | Ud | Caja metálica Crady          | 20,00  | 3,40 | 68,00  |
| U30OC510 | Ud | B.e.superf.10/16A JUNG-621 W | 20,00  | 7,04 | 140,80 |

**U31 ILUMINACIÓN**

|          |    |                                 |       |        |          |
|----------|----|---------------------------------|-------|--------|----------|
| U31AA550 | Ud | Conj.lum.espacial 1x58W D=72 RE | 12,00 | 82,39  | 988,68   |
| U31AA900 | Ud | Difusor lamas para espacial     | 12,00 | 6,44   | 77,28    |
| U31AC065 | Ud | Conj.lum.emp.celosia v 4x36W    | 14,00 | 103,67 | 1.451,38 |
| U31AO005 | Ud | Bloq.aut.emer. DAISALUX NOVA N1 | 1,00  | 33,13  | 33,13    |
| U31AO050 | Ud | Cjto. etiquetas y peq. material | 1,00  | 3,18   | 3,18     |
| U31XG405 | Ud | Lampara fluorescente TRIF.36W   | 56,00 | 3,36   | 188,16   |
| U31XG505 | Ud | Lampara fluorescente TRIF.58W   | 12,00 | 4,70   | 56,40    |

**U35 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

|          |    |                                |      |        |        |
|----------|----|--------------------------------|------|--------|--------|
| U35AA006 | Ud | Extintor polvo ABC 6 Kg.       | 2,00 | 43,27  | 86,54  |
| U35AI015 | Ud | Armario completo-manguera 20 m | 1,00 | 230,50 | 230,50 |

**U36 PINTURAS**

|          |    |                     |        |      |          |
|----------|----|---------------------|--------|------|----------|
| U36IA010 | Lt | Minio electrolítico | 325,28 | 9,70 | 3.155,25 |
|----------|----|---------------------|--------|------|----------|

**U37 URBANIZACIÓN**

|          |    |                                |        |      |      |
|----------|----|--------------------------------|--------|------|------|
| U37VV105 | MI | Cinta señalizadora             | 50,00  | 0,08 | 4,00 |
| U37VV115 | MI | Placa de protección            | 50,00  | 0,15 | 7,50 |
| U37YM115 | MI | Conduc al DHV 1x150 - 12/20 KV | 150,00 | 0,04 | 6,00 |

**U39 OBRA CIVIL Y CARRETERAS**

|          |    |                             |        |      |        |
|----------|----|-----------------------------|--------|------|--------|
| U39TA007 | MI | Cable de .06-1kv 3x2.50 mm2 | 150,00 | 0,77 | 115,50 |
| U39TT001 | Ud | Pica toma de tierra         | 1,00   | 6,74 | 6,74   |

**U44 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

|          |    |                          |       |       |        |
|----------|----|--------------------------|-------|-------|--------|
| U44MG200 | Ud | Toma de corriente 2P+TTL | 20,00 | 11,78 | 235,60 |
|----------|----|--------------------------|-------|-------|--------|

**Z99 OTROS PRECIOS**

|       |  |                                    |        |           |           |
|-------|--|------------------------------------|--------|-----------|-----------|
| 12.1  |  | Aspiradora de frutos               | 1,00   | 17.151,75 | 17.151,75 |
| 12.10 |  | Lona                               | 400,00 | 1,95      | 780,00    |
| 12.2  |  | Lavadora de fruta                  | 1,00   | 3.597,73  | 3.597,73  |
| 12.3  |  | Cortadora y trituradora industrial | 1,00   | 3.680,00  | 3.680,00  |
| 12.4  |  | Reactor de explosión a vapor       | 1,00   | 20.790,00 | 20.790,00 |
| 12.5  |  | Biorreactor de SFS                 | 1,00   | 72.764,71 | 72.764,71 |
| 12.6  |  | Columna de destilación             | 1,00   | 32.192,69 | 32.192,69 |

| Código                   | Ud. | Descripción                           | Cantidad | Precio    | Importe   |
|--------------------------|-----|---------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| <b>PRECIOS UNITARIOS</b> |     |                                       |          |           |           |
| 12.7                     |     | Equipo de destilación azeotrópica     | 1,00     | 35.724,78 | 35.724,78 |
| 12.8                     |     | Caldera de biomasa                    | 1,00     | 16.318,06 | 16.318,06 |
| 12.9                     |     | Tanque de almacenamiento de bioetanol | 1,00     | 3.690,00  | 3.690,00  |
| 13.1                     |     | 2% del presupuesto total              | 1,00     | 14.386,00 | 14.386,00 |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES**

**CAPÍTULO 1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**A03CA005 Hr CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3**

Hr. Pala cargadora sobre neumáticos con una potencia de 81 CV (110 Kw) con cuchara dentada de capacidad 1,30 m3, con un peso total de 9.410 Kg, de la casa Volvo ó similar, con un alcance de descarga de 3.710 mm, altura de descarga a 45° de 2640 mm, fueza de elevación a altura máxima de 113,2 KN, fuerza de arranque 113,2 KN, capacidad colmada 1,30 m3, ángulo máximo de excavación a 95°, fuerza hidráulica de elevación a nivel del suelo 114,4 Kn, longitud total de la máquina 6.550 mm, altura sobre el nivel del suelo de 293 mm, control por palanca única, dirección controlada por la transmisión ó por los frenos, i/ retirada y colocación del lugar de las obras.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02FA001                       | 1,000  | Hr | Pala cargadora 1,30 M3.     | 22,00 | 22,00        |
| U%10                           | 0,220  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 2,20         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 15,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 15,90        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>54,90</b> |

**A03CF005 Hr RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV**

Hr. Retroexcavadora sobre neumáticos con una potencia de 117 CV (159Kw), con una cuchara de balancín medio de capacidad 1.000 lts y un peso total de 3.880 Kg de la casa Akerman ó similar, alcance máximo 9,5 mts, altura máxima de descarga 8,8 mts., profundidad máxima de excavación vertical en ángulo de 45° de 0,5 mts, profundidad máxima de excavación vertical 4,2 mts, fuerza de arranque en los dientes de la cuchara 149 Kn, fuerza de penetración en los dientes de la cuchara 81 Kn., longitud de transporte 9 mts, altura mínima de transporte 3,25 mts, longitud de brazo 5,25 mts, i/ colocación y retirada del lugar de las obras.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02FK001                       | 1,000  | Hr | Retroexcavadora             | 28,00 | 28,00        |
| U%10                           | 0,280  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 2,80         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 16,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 16,96        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>62,56</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES**

**CAPÍTULO 2 CAPÍTULO 2: SANEAMIENTO**

**A02AA510**

**M3 HORMIGÓN H-200/40 elab. obra**

M3. Hormigón en masa de resistencia H-200 según EH-91, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm. confeccionado con hormigonera de 250 l., para vibrar y consistencia plástica.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 1,780 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 25,65         |
| U04CA001                       | 0,365 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 39,49         |
| U04AA101                       | 0,660 | Tm | Arena de río (0-5mm)             | 16,33  | 10,78         |
| U04AF150                       | 1,320 | Tm | Garbancillo 20/40 mm.            | 31,10  | 41,05         |
| U04PY001                       | 0,160 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,23          |
| A03LA005                       | 0,500 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,96          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>118,16</b> |

**A03LA005**

**Hr HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.**

Hr. Hormigonera eléctrica de 250 Lts con un motor eléctrico de 3CV, con bastidor y cabina de acero, pala mezcladoras, adecuadas para asegurar una mezcla rápida y homogénea, mecanismos protegidos herméticamente, con un peso en vacío de 290Kg y un rendimiento aproximado de 3,4m3.

|                                |       |    |                             |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|-------------|
| U02LA201                       | 1,000 | Hr | Hormigonera 250 l.          | 1,30  | 1,30        |
| U%10                           | 0,013 | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 0,13        |
| U02SW005                       | 3,500 | Ud | Kilowatio                   | 0,14  | 0,49        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                             |       | <b>1,92</b> |

**A01JF002**

**M3 MORTERO CEMENTO 1/2**

M3. Mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río de dosificación 1/2 confeccionado con hormigonera de 250 l.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 1,820 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 26,23         |
| U04CA001                       | 0,600 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 64,92         |
| U04AA001                       | 0,880 | M3 | Arena de río (0-5mm)             | 24,50  | 21,56         |
| U04PY001                       | 0,265 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,38          |
| A03LA005                       | 0,400 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,77          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>113,86</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES**

**CAPÍTULO 3 CAPÍTULO 3: HORMIGONES**

**A02AA510**

**M3 HORMIGÓN H-200/40 elab. obra**

M3. Hormigón en masa de resistencia H-200 según EH-91, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm. confeccionado con hormigonera de 250 l., para vibrar y consistencia plástica.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 1,780 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 25,65         |
| U04CA001                       | 0,365 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 39,49         |
| U04AA101                       | 0,660 | Tm | Arena de río (0-5mm)             | 16,33  | 10,78         |
| U04AF150                       | 1,320 | Tm | Garbancillo 20/40 mm.            | 31,10  | 41,05         |
| U04PY001                       | 0,160 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,23          |
| A03LA005                       | 0,500 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,96          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>118,16</b> |

**A03LA005**

**Hr HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.**

Hr. Hormigonera eléctrica de 250 Lts con un motor eléctrico de 3CV, con bastidor y cabina de acero, pala mezcladoras, adecuadas para asegurar una mezcla rápida y homogénea, mecanismos protegidos herméticamente, con un peso en vacío de 290Kg y un rendimiento aproximado de 3,4m3.

|                                |       |    |                             |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|-------------|
| U02LA201                       | 1,000 | Hr | Hormigonera 250 l.          | 1,30  | 1,30        |
| U%10                           | 0,013 | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 0,13        |
| U02SW005                       | 3,500 | Ud | Kilowatio                   | 0,14  | 0,49        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                             |       | <b>1,92</b> |

**D04GC103**

**M3 HOR. HA-25/P/20/ Ila ZAP. V. M. CENT.**

M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |       |    |                               |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|---------------|
| U01AA011                       | 1,550 | Hr | Peón suelto                   | 14,41 | 22,34         |
| A02FA723                       | 1,000 | M3 | HORM. HA-25/P/20/ Ila CENTRAL | 99,06 | 99,06         |
| %CI                            | 1,214 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 3,64          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>125,04</b> |

**A02FA723**

**M3 HORM. HA-25/P/20/ Ila CENTRAL**

M3. Hormigón para armar de resistencia 25/P/20/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R arena de río y árido rodado tamaño máximo 20 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA723                       | 1,000 | M3 | Hormigón HA-25/P/20/ Ila central | 99,06 | 99,06        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>99,06</b> |

**D04AA201**

**Kg ACERO CORRUGADO B 500-S**

Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FA201                       | 0,015 | Hr | Oficial 1ª ferralla          | 18,00 | 0,27        |
| U01FA204                       | 0,015 | Hr | Ayudante ferralla            | 16,50 | 0,25        |
| U06AA001                       | 0,005 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.         | 1,13  | 0,01        |
| U06GG001                       | 1,050 | Kg | Acero corrugado B 500-S      | 0,80  | 0,84        |
| %CI                            | 0,014 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,04        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,41</b> |

**D04CA101**

**M2 ENCOFRADO MADERA ZAPATAS**

M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas de cimentación, considerando 8 posturas.

|                                |       |    |                              |        |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|--------------|
| U01FA103                       | 0,350 | Hr | Oficial 1ª encofrador        | 22,30  | 7,81         |
| U01FA105                       | 0,350 | Hr | Ayudante encofrador          | 18,90  | 6,62         |
| U07AI001                       | 0,013 | M3 | Madera pino encofrar 26 mm.  | 136,00 | 1,77         |
| U06AA001                       | 0,115 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.         | 1,13   | 0,13         |
| U06DA010                       | 0,060 | Kg | Puntas plana 20x100          | 1,47   | 0,09         |
| %CI                            | 0,164 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 0,49         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>16,91</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### D04GX004

#### M3 HOR. HA-25/P/20/IIa MUROS V. M. CEN.

M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/ IIa N/mm<sup>2</sup>, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central en muros de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |       |    |                               |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|---------------|
| U01AA011                       | 2,350 | Hr | Peón suelto                   | 14,41 | 33,86         |
| A02FA723                       | 1,000 | M3 | HORM. HA-25/P/20/ IIa CENTRAL | 99,06 | 99,06         |
| %CI                            | 1,329 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 3,99          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>136,91</b> |

### A02FA703

#### M3 HORM. HM-25/P/20/ IIa CENTRAL

M3. Hormigón en masa de resistencia 25/P/20/ IIa Nmm<sup>2</sup>, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 20 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA703                       | 1,000 | M3 | Hormigón HM-25/P/20/ IIa central | 97,65 | 97,65        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>97,65</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO 6 CAPÍTULO 6: ALBAÑILERÍA

#### A01JF006

#### M3 MORTERO CEMENTO (1/6) M 5

M3. Mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M 5 con una resistencia a compresión de 5 N/mm<sup>2</sup> según norma UNE-EN 998-2, confeccionado con hormigonera de 250 l. (Dosificación 1/6)

|                                |       |    |                                  |        |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|--------------|
| U01AA011                       | 1,820 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 26,23        |
| U04CA001                       | 0,250 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 27,05        |
| U04AA001                       | 1,100 | M3 | Arena de río (0-5mm)             | 24,50  | 26,95        |
| U04PY001                       | 0,255 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,37         |
| A03LA005                       | 0,400 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,77         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>81,37</b> |

#### A03LA005

#### Hr HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.

Hr. Hormigonera eléctrica de 250 Lts con un motor eléctrico de 3CV, con bastidor y cabina de acero, pala mezcladoras, adecuadas para asegurar una mezcla rápida y homogénea, mecanismos protegidos herméticamente, con un peso en vacío de 290Kg y un rendimiento aproximado de 3,4m<sup>3</sup>.

|                                |       |    |                             |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|-------------|
| U02LA201                       | 1,000 | Hr | Hormigonera 250 l.          | 1,30  | 1,30        |
| U%10                           | 0,013 | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 0,13        |
| U02SW005                       | 3,500 | Ud | Kilowatio                   | 0,14  | 0,49        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                             |       | <b>1,92</b> |

#### A01EA001

#### M3 PASTA DE YESO NEGRO

M3. Pasta de yeso negro amasada manualmente según NTE-RPG-5.

|                                |       |    |             |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------|-------|---------------|
| U01AA011                       | 3,000 | Hr | Peón suelto | 14,41 | 43,23         |
| U04GA005                       | 0,850 | Tm | Yeso negro  | 68,00 | 57,80         |
| U04PY001                       | 0,600 | M3 | Agua        | 1,44  | 0,86          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |             |       | <b>101,89</b> |

#### A01EF001

#### M3 PASTA DE YESO BLANCO

M3. Pasta de yeso blanco amasado manualmente, según NTE-RPG-7.

|                                |       |    |             |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------|-------|---------------|
| U01AA011                       | 3,000 | Hr | Peón suelto | 14,41 | 43,23         |
| U04GA050                       | 0,810 | Tm | Yeso blanco | 72,50 | 58,73         |
| U04PY001                       | 0,650 | M3 | Agua        | 1,44  | 0,94          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |             |       | <b>102,90</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO 8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

#### D25DA000 MI TUBERÍA DE ACERO GALV. UNE. 1/2"

MI. Tubería de acero galvanizado de 1/2" UNE 19.047, i/codos, manguitos y demás accesorios, totalmente instalada según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,100 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 1,55         |
| U01FY110                       | 0,100 | Hr | Ayudante fontanero            | 13,70 | 1,37         |
| U24HA002                       | 1,000 | MI | Tubo acero galvan. 1/2" DN 15 | 11,96 | 11,96        |
| U24HD004                       | 1,400 | Ud | Codo acero galv. 90º 1/2"     | 1,08  | 1,51         |
| U24HD104                       | 0,040 | Ud | Manguito acero galv. 1/2"     | 0,99  | 0,04         |
| U24HD204                       | 0,800 | Ud | Té acero galvanizado 1/2"     | 1,45  | 1,16         |
| %CI                            | 0,176 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 0,53         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>18,12</b> |

#### D25DA010 MI TUBERÍA DE ACERO GALV. UNE. 3/4"

MI. Tubería de acero galvanizado de 3/4" UNE 19.047, i/codos, manguitos y demás accesorios, totalmente instalada según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,100 | Hr | Oficial 1ª fontanero          | 15,50 | 1,55         |
| U01FY110                       | 0,100 | Hr | Ayudante fontanero            | 13,70 | 1,37         |
| U24HA003                       | 1,000 | MI | Tubo acero galvan. 3/4" DN 20 | 13,50 | 13,50        |
| U24HD007                       | 1,400 | Ud | Codo acero galv. 90º 3/4"     | 1,45  | 2,03         |
| U24HD107                       | 0,040 | Ud | Manguito acero galv. 3/4"     | 1,24  | 0,05         |
| U24HD207                       | 0,800 | Ud | Té acero galvanizado 3/4"     | 2,12  | 1,70         |
| %CI                            | 0,202 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 0,61         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>20,81</b> |

#### D25NL030 MI BAJANTE PLUV. DE PVC 110 mm.

MI. Tubería de PVC de 110 mm. serie F de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para bajantes de pluviales y ventilación, i/codos, injertos y demás accesorios, totalmente instalada según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

|                                |       |    |                                |       |             |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|-------------|
| U01FY105                       | 0,100 | Hr | Oficial 1ª fontanero           | 15,50 | 1,55        |
| U01FY110                       | 0,050 | Hr | Ayudante fontanero             | 13,70 | 0,69        |
| U25AD005                       | 1,000 | MI | Tubería PVC-F pluv.110 mm.     | 2,60  | 2,60        |
| U25DA006                       | 0,200 | Ud | Codo 87º m-h PVC evac. 110 mm. | 3,19  | 0,64        |
| U25DD006                       | 0,200 | Ud | Manguito unión h-h PVC 110 mm. | 4,87  | 0,97        |
| U25XH007                       | 0,500 | Ud | Sujección bajantes PVC 110 mm  | 1,59  | 0,80        |
| U25XP001                       | 0,020 | Kg | Adhesivo para PVC Tangit       | 17,60 | 0,35        |
| %CI                            | 0,076 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 0,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>7,83</b> |

#### D25NA530 MI TUBERÍA EVAC. PVC 50 mm. SERIE B

MI. Tubería de PVC de 50 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 1329 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

|                                |       |    |                                   |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------------|-------|-------------|
| U01FY105                       | 0,200 | Hr | Oficial 1ª fontanero              | 15,50 | 3,10        |
| U01FY110                       | 0,100 | Hr | Ayudante fontanero                | 13,70 | 1,37        |
| U25AA003                       | 1,000 | MI | Tub. PVC evac. 50 mm. UNE EN 1329 | 1,15  | 1,15        |
| U25DA003                       | 1,000 | Ud | Codo 87º m-h PVC evac. 50 mm.     | 1,73  | 1,73        |
| U25DD003                       | 0,400 | Ud | Manguito unión h-h PVC 50 mm.     | 1,55  | 0,62        |
| U25XP001                       | 0,010 | Kg | Adhesivo para PVC Tangit          | 17,60 | 0,18        |
| %CI                            | 0,082 | %  | Costes indirectos..(s/total)      | 3,00  | 0,25        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                   |       | <b>8,40</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### D25NA580 MI TUBERÍA EVAC. PVC 75 mm. SERIE B

MI. Tubería de PVC de 75 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 1329 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

|                                |       |    |                                   |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------------|-------|-------------|
| U01FY105                       | 0,150 | Hr | Oficial 1ª fontanero              | 15,50 | 2,33        |
| U01FY110                       | 0,075 | Hr | Ayudante fontanero                | 13,70 | 1,03        |
| U25AA004                       | 1,000 | MI | Tub. PVC evac. 75 mm. UNE EN 1329 | 1,76  | 1,76        |
| U25DA004                       | 0,300 | Ud | Codo 87º m-h PVC evac. 75 mm.     | 2,28  | 0,68        |
| U25DD004                       | 0,200 | Ud | Manguito unión h-h PVC 75 mm.     | 3,02  | 0,60        |
| U25XP001                       | 0,010 | Kg | Adhesivo para PVC Tangit          | 17,60 | 0,18        |
| %CI                            | 0,066 | %  | Costes indirectos..(s/total)      | 3,00  | 0,20        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                   |       | <b>6,78</b> |

### D25NA520 MI TUBERÍA EVAC. PVC 40 mm. SERIE B

MI. Tubería de PVC de 40 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 1329 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

|                                |       |    |                                   |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------------|-------|-------------|
| U01FY105                       | 0,200 | Hr | Oficial 1ª fontanero              | 15,50 | 3,10        |
| U01FY110                       | 0,100 | Hr | Ayudante fontanero                | 13,70 | 1,37        |
| U25AA002                       | 1,000 | MI | Tub. PVC evac. 40 mm. UNE EN 1329 | 1,24  | 1,24        |
| U25DA002                       | 1,000 | Ud | Codo 87º m-h PVC evac. 40 mm.     | 1,04  | 1,04        |
| U25DD002                       | 0,400 | Ud | Manguito unión h-h PVC 40 mm.     | 1,04  | 0,42        |
| U25XP001                       | 0,010 | Kg | Adhesivo para PVC Tangit          | 17,60 | 0,18        |
| %CI                            | 0,074 | %  | Costes indirectos..(s/total)      | 3,00  | 0,22        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                   |       | <b>7,57</b> |

### D25ND210 Ud BOTE SIFÓNICO PVC 110 mm.

Ud. Bote sifónico de 110 mm. 32/40 y 40/50 de PVC, totalmente instalado según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01FY105                       | 0,350 | Hr | Oficial 1ª fontanero         | 15,50 | 5,43         |
| U25XF025                       | 1,000 | Ud | Bote sifónico PVC 110-40/50  | 9,35  | 9,35         |
| U25XP001                       | 0,020 | Kg | Adhesivo para PVC Tangit     | 17,60 | 0,35         |
| %CI                            | 0,151 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,45         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>15,58</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO 1 CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 1.001 D02AA501 M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA

M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                  |       |             |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|-------------|
| A03CA005                       | 0,010 | Hr | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90 | 0,55        |
| %CI                            | 0,006 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 0,02        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>0,57</b> |

#### 1.002 D02HF201 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO

M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,240 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 3,46         |
| A03CF005                       | 0,112 | Hr | RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV | 62,56 | 7,01         |
| %CI                            | 0,105 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,32         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>10,79</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO 2 CAPÍTULO 2: SANEAMIENTO

#### 2.001 D03AG105 MI TUBERÍA PVC 250 mm. i/SOLERA

MI. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 250 mm de diámetro, y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm<sup>2</sup>, cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                               |        |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|--------------|
| U01FE034                       | 1,000 | MI | M.obra tubo PVC s/sol.200/315 | 10,10  | 10,10        |
| U05AG014                       | 1,050 | MI | Tubería saneam.PVC D=250      | 11,95  | 12,55        |
| U05AG040                       | 0,015 | Kg | Pegamento PVC                 | 9,97   | 0,15         |
| A02AA510                       | 0,040 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra  | 118,16 | 4,73         |
| U04AA001                       | 0,070 | M3 | Arena de río (0-5mm)          | 24,50  | 1,72         |
| %CI                            | 0,293 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00   | 0,88         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>30,13</b> |

#### 2.002 D03AG102 MI TUBERÍA PVC 125 mm. i/SOLERA

MI. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 125 mm de diámetro y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm<sup>2</sup>, y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/ p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                                 |        |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|--------|--------------|
| U01FE033                       | 1,000 | MI | M.obra tubo PVC s/sol.D=110/160 | 8,90   | 8,90         |
| U05AG003                       | 1,050 | MI | Tubería PVC sanitario D=125     | 3,33   | 3,50         |
| U05AG040                       | 0,012 | Kg | Pegamento PVC                   | 9,97   | 0,12         |
| A02AA510                       | 0,030 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra    | 118,16 | 3,54         |
| U04AA001                       | 0,060 | M3 | Arena de río (0-5mm)            | 24,50  | 1,47         |
| %CI                            | 0,175 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00   | 0,53         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |        | <b>18,06</b> |

#### 2.003 D03DA003 Ud ARQUETA REGISTRO 51x38x50 cm.

Ud. Arqueta de registro de 51x38x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm<sup>2</sup> y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.

|                                |        |    |                              |        |              |
|--------------------------------|--------|----|------------------------------|--------|--------------|
| U01AA007                       | 1,700  | Hr | Oficial primera              | 16,17  | 27,49        |
| U01AA010                       | 0,850  | Hr | Peón especializado           | 14,56  | 12,38        |
| A02AA510                       | 0,110  | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra | 118,16 | 13,00        |
| A01JF002                       | 0,014  | M3 | MORTERO CEMENTO 1/2          | 113,86 | 1,59         |
| U05DA060                       | 1,000  | Ud | Tapa H-A y cerco met 60x60x6 | 11,25  | 11,25        |
| U10DA001                       | 54,000 | Ud | Ladrillo cerámico 24x12x7    | 0,11   | 5,94         |
| %CI                            | 0,717  | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 2,15         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                              |        | <b>73,80</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO 3 CAPÍTULO 3: HORMIGONES**

**3.001 D04EF010 M3 HOR. LIMP. H-200/P/40 VERT. MANUAL**

M3. Hormigón en masa H-200/P/40 Kg/cm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 0,600 | Hr | Peón suelto                  | 14,41  | 8,65          |
| A02AA510                       | 1,000 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra | 118,16 | 118,16        |
| %CI                            | 1,268 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,80          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>130,61</b> |

**3.002 D04IC155 M3 HOR. HA-25/P/20/ Ila ZAP. V. M. ENCOF.**

M3. Hormigón armado HA-25/P/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-500 S (40 Kgs/m3), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |        |    |                                       |        |               |
|--------------------------------|--------|----|---------------------------------------|--------|---------------|
| D04GC103                       | 1,000  | M3 | HOR. HA-25/P/20/ Ila ZAP. V. M. CENT. | 125,04 | 125,04        |
| D04AA201                       | 40,000 | Kg | ACERO CORRUGADO B 500-S               | 1,41   | 56,40         |
| D04CA101                       | 2,200  | M2 | ENCOFRADO MADERA ZAPATAS              | 16,91  | 37,20         |
| %CI                            | 2,186  | %  | Costes indirectos..(s/total)          | 3,00   | 6,56          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                       |        | <b>225,20</b> |

**3.003 D04IX004 M3 H. A. HA-25/P/20/Ila-45K MUROS V. M.**

M3. Hormigón armado HA-25/P/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de muros, incluso armadura B-500 S (45 kgs/m3), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |        |    |                                      |        |               |
|--------------------------------|--------|----|--------------------------------------|--------|---------------|
| D04GX004                       | 1,000  | M3 | HOR. HA-25/P/20/Ila MUROS V. M. CEN. | 136,91 | 136,91        |
| D04AA201                       | 45,000 | Kg | ACERO CORRUGADO B 500-S              | 1,41   | 63,45         |
| %CI                            | 2,004  | %  | Costes indirectos..(s/total)         | 3,00   | 6,01          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                      |        | <b>206,37</b> |

**3.004 D04PA201 M3 HORMIGÓN HM-25/P/20 SOLERA CEN.**

M3. Solera realizada con hormigón HM-25/P/20/ Ila N/mm2, Tmax. del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido y compactado y p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.

|                                |       |    |                               |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|---------------|
| U01AA007                       | 1,500 | Hr | Oficial primera               | 16,17 | 24,26         |
| U01AA011                       | 1,500 | Hr | Peón suelto                   | 14,41 | 21,62         |
| A02FA703                       | 1,000 | M3 | HORM. HM-25/P/20/ Ila CENTRAL | 97,65 | 97,65         |
| %CI                            | 1,435 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 4,31          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>147,84</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO 4 CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA METÁLICA

#### 4.001 D05AA001 Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS

Kg. Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm<sup>2</sup>, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,020 | Hr | Montaje estructura metal.    | 17,20 | 0,34        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0        | 1,02  | 1,02        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico          | 9,70  | 0,10        |
| %CI                            | 0,015 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,51</b> |

#### 4.002 D05AA027 MI CORREA EN ACERO PERF. TUBULARES

Ml. Correa tubular de 160x30x2 mm, de acero estructural laminada en caliente según UNE-EN 10210, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |        |    |                              |       |              |
|--------------------------------|--------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01FG405                       | 0,150  | Hr | Montaje estructura metal.    | 17,20 | 2,58         |
| U06SA610                       | 12,000 | Kg | Acero en tubular S275J0      | 1,31  | 15,72        |
| %CI                            | 0,183  | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,55         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                              |       | <b>18,85</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO 5 CAPÍTULO 5: CUBIERTA**

**5.001 D08NE101 M2 CUB. PANEL NERV.30 (LAC+AISL+GALV)**

M2. Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm. de espesor, perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano; panel anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FO343                       | 1,000 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch   | 5,60  | 5,60         |
| U12NI030                       | 1,010 | M2 | Panel lac/galv. 30mm Aceralia T. | 29,30 | 29,59        |
| U12CZ015                       | 2,500 | Ud | Torn.autorroscante 6,3x120       | 0,18  | 0,45         |
| U12NC520                       | 0,400 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm    | 3,47  | 1,39         |
| U12NC540                       | 0,200 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm    | 6,90  | 1,38         |
| %CI                            | 0,384 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 1,15         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>39,56</b> |

**5.002 D08QC025 MI BAJANTE ACERO PRELAC. D=100 MM.**

MI. Bajante pluvial de 100 mm. de diámetro realizado en chapa de acero prelacado en color, i/recibido de garras atornilladas al soporte, piezas especiales y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01AA008                       | 0,175 | Hr | Oficial segunda               | 15,34 | 2,68         |
| U01AA010                       | 0,175 | Hr | Peón especializado            | 14,56 | 2,55         |
| U12QC005                       | 1,040 | MI | Baj.acer.prelac.d=100 mm. IMS | 5,68  | 5,91         |
| U12QC400                       | 0,150 | Ud | Codo acer.prelac. v.diám. IMS | 3,61  | 0,54         |
| U12QC501                       | 0,500 | Ud | Abrazad.chapa prelac. IMS     | 1,18  | 0,59         |
| %CI                            | 0,123 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 0,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>12,64</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO 6 CAPÍTULO 6: ALBAÑILERÍA**

**6.001 D09JC020 M2 PANEL SCHOKBENTON salida molde/20**

M2. Panel de cerramiento sandwich tipo SCHOKBENTON con acabado salida molde de 20 cm. de espesor para colocar, color gris.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U08JG031                       | 1,000 | M2 | P.SCHOKBENTON salida molde/20 | 93,98 | 93,98        |
| %CI                            | 0,940 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 2,82         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>96,80</b> |

**6.002 D10AA208 M2 TABIQUE RASILLÓN 50X20X7 cm.**

M2. Tabique de rasillón dimensiones 50x20x7 cm, recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/p.p de replanteo, nivelado, humedecido de las piezas, roturas y medios auxiliares y de seguridad necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

|                                |        |    |                              |       |              |
|--------------------------------|--------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01AA007                       | 0,400  | Hr | Oficial primera              | 16,17 | 6,47         |
| U01AA011                       | 0,200  | Hr | Peón suelto                  | 14,41 | 2,88         |
| U10DG030                       | 10,000 | Ud | Ladrillo doble 50x20x7       | 0,34  | 3,40         |
| A01JF006                       | 0,005  | M3 | MORTERO CEMENTO (1/6) M 5    | 81,37 | 0,41         |
| %CI                            | 0,132  | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,40         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                              |       | <b>13,56</b> |

**6.003 D13AA310 M2 GUARNECIDO Y ENLUCIDO YESO VER.**

M2. Guarnecido con yeso grueso YG de 12 mm. de espesor y enlucido de yeso fino YF de 1mm. de espesor, en superficies verticales, i/rayado del yeso tosco antes de enlucir, formación de rincones, aristas y otros remates, guardavivos de chapa galvanizada, distribución de material en planta, limpieza posterior de los tajos y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPG-10 y 12.

|                                |       |    |                               |        |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|-------------|
| U01AA011                       | 0,080 | Hr | Peón suelto                   | 14,41  | 1,15        |
| U01FQ005                       | 1,000 | M2 | Mano obra guarnecido/enlucido | 6,60   | 6,60        |
| A01EA001                       | 0,012 | M3 | PASTA DE YESO NEGRO           | 101,89 | 1,22        |
| A01EF001                       | 0,003 | M3 | PASTA DE YESO BLANCO          | 102,90 | 0,31        |
| U13NA005                       | 0,050 | MI | Guardavivos chapa galvanizada | 1,12   | 0,06        |
| %CI                            | 0,093 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00   | 0,28        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>9,62</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO 7 CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIERÍA**

**7.001 D23AA155 M2 PUERTA BATIEN. DOBLE CHAPA ROPER**

M2. Puerta metálica batiente de una hoja ROPER en chapa lisa, hoja fabricada en doble tabique de chapa galvanizada, suministrada armada, protegida con lámina plástica de polietileno, con hoja, cerradura con manilla en nylon y garras para anclaje, i/herrajes de colgar y de seguridad.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,150 | Hr | Oficial cerrajería           | 15,90 | 2,39         |
| U01FX003                       | 0,150 | Hr | Ayudante cerrajería          | 13,80 | 2,07         |
| U22AA155                       | 1,000 | M2 | Puerta bat.doble chapa ROPER | 51,25 | 51,25        |
| %CI                            | 0,557 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 1,67         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>57,38</b> |

**7.002 D23AM010 Ud PUER. TRASTERO ROPER 800 X 2015 mm.**

Ud. Puerta trastero prelacada de una hoja Roper, de dimensiones 0.80x2.015 m, marco y cerco de acero galvanizado, hoja con lamas horizontales de acero zincado con zona para insertar rejilla de ventilación (283 cm2), cerradura de máxima seguridad alojada en carcasa de PVC-Ignifugo, marco perimetral armado y con zarpas para fijación a soporte, i/ p.p de rejilla de ventilación y medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos, totalmente colocada.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,200 | Hr | Oficial cerrajería               | 15,90 | 3,18         |
| U01FX003                       | 0,200 | Hr | Ayudante cerrajería              | 13,80 | 2,76         |
| U22AA110                       | 1,000 | Ud | Puerta trastero Roper 0.80x2,015 | 51,55 | 51,55        |
| %CI                            | 0,575 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 1,73         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>59,22</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO 8 CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

**8.001 D25AD030 Ud ACOMETIDA RED 1 1/4"-32 mm. POLIET.**

Ud. Acometida a la red general de distribución con una longitud máxima de 8 m., formada por tubería de polietileno de 1 1/4" y 10 Atm. para uso alimentario serie Hersalit de Saenger, brida de conexión, machón rosca, manguitos, llaves de paso tipo globo, válvula antirretorno de 1 1/4", tapa de registro exterior, grifo de pruebas de latón de 1/2", incluso contador, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

|                                |       |    |                                |        |               |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|--------|---------------|
| U01FY105                       | 2,000 | Hr | Oficial 1ª fontanero           | 15,50  | 31,00         |
| U01FY110                       | 1,000 | Hr | Ayudante fontanero             | 13,70  | 13,70         |
| U24HD013                       | 1,000 | Ud | Codo acero galv. 90º 1 1/4"    | 5,31   | 5,31          |
| U24ZX001                       | 1,000 | Ud | Collarín de toma de fundición  | 11,60  | 11,60         |
| U24PD104                       | 7,000 | Ud | Enlace recto polietileno 40 mm | 3,46   | 24,22         |
| U26AR005                       | 2,000 | Ud | Llave de esfera 1 1/4"         | 10,02  | 20,04         |
| U24AA004                       | 1,000 | Ud | Contador de agua de 1 1/4"     | 116,90 | 116,90        |
| U26AD004                       | 1,000 | Ud | Válvula antirretorno 1 1/4"    | 10,28  | 10,28         |
| U26GX001                       | 1,000 | Ud | Grifo latón rosca 1/2"         | 5,92   | 5,92          |
| U24PA008                       | 8,000 | MI | Tub. polietileno 10 Atm 40 mm  | 1,67   | 13,36         |
| %CI                            | 2,523 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00   | 7,57          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |        | <b>259,90</b> |

**8.002 D25RA300 Ud INSTAL. CAÑA AGUA F-C ASEO D+L+I**

Ud. Instalación de red de agua fría y caliente con tubería de acero galvanizado y red de desagüe de PVC, en un aseo con ducha, lavabo e inodoro de tanque bajo, i/p.p. de red interior, ascendentes y desagües, i/bote sifónico, manguetón hasta bajantes, sin aparatos sanitarios, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

|                                |        |    |                                  |       |               |
|--------------------------------|--------|----|----------------------------------|-------|---------------|
| D25DA000                       | 19,000 | MI | TUBERÍA DE ACERO GALV. UNE. 1/2" | 18,12 | 344,28        |
| D25DA010                       | 6,000  | MI | TUBERÍA DE ACERO GALV. UNE. 3/4" | 20,81 | 124,86        |
| D25NL030                       | 1,000  | MI | BAJANTE PLUV. DE PVC 110 mm.     | 7,83  | 7,83          |
| D25NA530                       | 2,000  | MI | TUBERÍA EVAC. PVC 50 mm. SERIE B | 8,40  | 16,80         |
| D25NA580                       | 0,700  | MI | TUBERÍA EVAC. PVC 75 mm. SERIE B | 6,78  | 4,75          |
| D25NA520                       | 3,000  | MI | TUBERÍA EVAC. PVC 40 mm. SERIE B | 7,57  | 22,71         |
| D25ND210                       | 1,000  | Ud | BOTE SIFÓNICO PVC 110 mm.        | 15,58 | 15,58         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                  |       | <b>536,81</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO 9 CAPÍTULO 9: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

**9.001 D34AA006 Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B**

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,100 | Hr | Peón suelto                  | 14,41 | 1,44         |
| U35AA006                       | 1,000 | Ud | Extintor polvo ABC 6 Kg.     | 43,27 | 43,27        |
| %CI                            | 0,447 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 1,34         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>46,05</b> |

**9.002 D34AI015 Ud BOCA INCEN. EQUIPADA 45 mm./20m.**

Ud. Boca de incendios para usos equipada BIE formada por cabina de chapa de acero de 650x500x160 mm., pintada en rojo, marco en acero inoxidable con cerradura y cristal, rótulo romper en caso de incendio, devanadera circular cromada, lanza de tres efectos con racor, válvula de 1 1/2" de latón con racor, 20 m de manguera sintética de 45 mm. y manómetro de 0 a 16 kg/cm2, según CTE/DB-SI 4 seguridad en caso de incendio, certificado de AENOR, totalmente instalada.

|                                |       |    |                                |        |               |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|--------|---------------|
| U01FY105                       | 2,800 | Hr | Oficial 1º fontanero           | 15,50  | 43,40         |
| U01FY110                       | 2,800 | Hr | Ayudante fontanero             | 13,70  | 38,36         |
| U35AI015                       | 1,000 | Ud | Armario completo-manguera 20 m | 230,50 | 230,50        |
| U23AA010                       | 0,320 | M2 | Vidrio incoloro PLANILUX 5 mm. | 14,27  | 4,57          |
| %CI                            | 3,168 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00   | 9,50          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |        | <b>326,33</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS****CAPÍTULO 10    CAPÍTULO 10: PINTURA****10.001 D35AI001****M2 PINTURA A LA CAL**

M2. Pintura a la cal con dos manos en paramentos verticales y horizontales, previa limpieza de salitres y polvo.

|                                |       |    |                              |        |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|-------------|
| U01FZ101                       | 0,050 | Hr | Oficial 1ª pintor            | 16,20  | 0,81        |
| U01FZ105                       | 0,050 | Hr | Ayudante pintor              | 12,60  | 0,63        |
| U04EA001                       | 0,003 | Tm | Cal viva                     | 164,46 | 0,49        |
| %CI                            | 0,019 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 0,06        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>1,99</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO 11 CAPÍTULO 11: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

**11.001 D38KP010 Ud PICA TOMA DE TIERRA 1,50 M.**

Ud. Pica de toma de tierra de 1.50 m, colocada

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01FY625                       | 0,300 | Hr | Oficial esp.inst. eléctrica  | 18,00 | 5,40         |
| U01FY627                       | 0,300 | Hr | Peón especi.inst. eléctrica  | 13,60 | 4,08         |
| U39TT001                       | 1,000 | Ud | Pica toma de tierra          | 6,74  | 6,74         |
| %CI                            | 0,162 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,49         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>16,71</b> |

**11.002 D28AA550 Ud LUMIN. ESPACIAL D=72 1x58 W.**

Ud. Luminaria espacial Zafiro de Ornalux de 1x58 W Mod. Z58R de tubo con diámetro 72 mm. de reflector especular de longitud 2,00 m., i/ piezas especiales de unión, codos, finales, sistema de suspensión ..etc, para realizar mallas espaciales s/ diseño, electrificación con: reactancia, cebador, regleta de conexión...etc, i/lámparas fluoescence trifósforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.

|                                |       |    |                                 |       |               |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|---------------|
| U01AA007                       | 0,300 | Hr | Oficial primera                 | 16,17 | 4,85          |
| U01AA009                       | 0,300 | Hr | Ayudante                        | 14,85 | 4,46          |
| U31AA550                       | 1,000 | Ud | Conj.lum.espacial 1x58W D=72 RE | 82,39 | 82,39         |
| U31AA900                       | 1,000 | Ud | Difusor lamas para espacial     | 6,44  | 6,44          |
| U31XG505                       | 1,000 | Ud | Lampara fluoescence TRIF.58W    | 4,70  | 4,70          |
| %CI                            | 1,028 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 3,08          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>105,92</b> |

**11.003 D28AC005 Ud LUMIN. EMPOT. 1200x600 CEL. V 4X36 W.**

Ud. Luminaria empotrar 4x36 W. CASTAN AV-436 con difusor celosia en V aluminio especular, escayola o modular, de medidas 1200x600 mm, con protección IP-20/CLASE I, cuerpo de chapa de acero 0,7 mm esmaltado en blanco, euipo electrico accesible sin necesidad de desmontar luminaria, piezas de anclaje lateral con posibilidad de reglaje de altura o bien varilla roscada o ganchos en techo de luminaria, electrificación con: reactancias, cebadores, regleta de conexión toma de tierra, portalámparas... etc, i/lámparas fluoescences trifósforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA007                       | 0,400 | Hr | Oficial primera              | 16,17  | 6,47          |
| U01AA009                       | 0,400 | Hr | Ayudante                     | 14,85  | 5,94          |
| U31AC065                       | 1,000 | Ud | Conj.lum.emp.celosia v 4x36W | 103,67 | 103,67        |
| U31XG405                       | 4,000 | Ud | Lampara fluoescence TRIF.36W | 3,36   | 13,44         |
| %CI                            | 1,295 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,89          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>133,41</b> |

**11.004 D27IH042 Ud CUADRO GENERAL NAVE 500 m2**

Ud. Cuadro tipo de distribución, protección y mando para naveindustrial para superficie hasta 500 m2, con o sin pública concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta, incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 63A/4p/30mA, 3 diferenciales de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 15 PIAS de 10A (I+N); 12 PIAS de 15A (I+N), 8 PIAS de 20A (I+N); contactor de 40A/2p/220V; reloj-horario de 15A/220V. con reserva de cuerda y dispositivo de accionamiento manual ó automatico, totalmente cableado, conexionado y rotulado.

|                                |        |    |                                 |        |                 |
|--------------------------------|--------|----|---------------------------------|--------|-----------------|
| U01FY630                       | 24,000 | Hr | Oficial primera electricista    | 16,50  | 396,00          |
| U30IM001                       | 1,000  | Ud | Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan. | 124,30 | 124,30          |
| U30IA047                       | 1,000  | Ud | PIA III+N 40A,S253NC40 ABB      | 109,62 | 109,62          |
| U30IA025                       | 1,000  | Ud | Diferencial 63A/4p/30mA         | 479,46 | 479,46          |
| U30IA015                       | 3,000  | Ud | Diferencial 40A/2p/30mA         | 45,16  | 135,48          |
| U30IA035                       | 35,000 | Ud | PIA 5-10-15-20-25 A (I+N)       | 16,91  | 591,85          |
| U30IM101                       | 1,000  | Ud | Contactor 40A/2 polos/220V      | 52,92  | 52,92           |
| U30IG501                       | 1,000  | Ud | Reloj-hor.15A/220V reser.cuerd. | 64,20  | 64,20           |
| %CI                            | 19,538 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00   | 58,61           |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                 |        | <b>2.012,44</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**11.005 D28AO005 Ud EMERGEN. DAISALUX NOVA N1 70 LÚM.**

Ud. Bloque autónomo de emergencia IP44 IK 04, modelo DAISALUX serie Nova N1, de superficie o empotrado, de 70 Lúm. con lámpara de emergencia FL. 6W, con caja de empotrar blanca o negra, o estanca (IP66 IK08), con difusor biplano opal o transparente. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor contruidos en policarbonato. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA007                       | 0,250 | Hr | Oficial primera                 | 16,17 | 4,04         |
| U31AO005                       | 1,000 | Ud | Bloq.aut.emer. DAISALUX NOVA N1 | 33,13 | 33,13        |
| U31AO050                       | 1,000 | Ud | Cjto. etiquetas y peq. material | 3,18  | 3,18         |
| %CI                            | 0,404 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 1,21         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>41,56</b> |

**11.006 D38KD070 MI CABLE 0,6-1KV DE 3X2,5 MM2.**

MI. Cable de 0.6-1 kv. de 3x2.5 mm2, colocado

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FY625                       | 0,010 | Hr | Oficial esp.inst. eléctrica  | 18,00 | 0,18        |
| U01FY627                       | 0,010 | Hr | Peón especi.inst. eléctrica  | 13,60 | 0,14        |
| U39TA007                       | 1,000 | MI | Cable de .06-1kv 3x2.50 mm2  | 0,77  | 0,77        |
| %CI                            | 0,011 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,03        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,12</b> |

**11.007 U44MG200 Ud Toma de corriente 2P+TTL**

|                                |  |  |  |  |              |
|--------------------------------|--|--|--|--|--------------|
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |  |  |  |  | <b>11,78</b> |
|--------------------------------|--|--|--|--|--------------|

**11.008 D36ZM115 MI LÍNEA ALUMINIO 3 (1X150 mm2)**

MI. Línea subterránea M.T. 12/20 kV conductor HEPRZ1 3(1x150 mm2) Al de doble circuito, tendida en zanja sobre lecho de arena y en canalización bajo acera, incluso p.p. de placa de protección y cinta de señalización, totalmente instalada.

|                                |       |    |                                |       |             |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|-------------|
| U01FY630                       | 0,200 | Hr | Oficial primera electricista   | 16,50 | 3,30        |
| U01FY635                       | 0,200 | Hr | Ayudante electricista          | 13,90 | 2,78        |
| U04AA001                       | 0,050 | M3 | Arena de río (0-5mm)           | 24,50 | 1,23        |
| U37VV105                       | 1,000 | MI | Cinta señalizadora             | 0,08  | 0,08        |
| U37VV115                       | 1,000 | MI | Placa de protección            | 0,15  | 0,15        |
| U37YM115                       | 3,000 | MI | Conduc al DHV 1x150 - 12/20 KV | 0,04  | 0,12        |
| %CI                            | 0,077 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 0,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>7,89</b> |

**11.009 D27OD110 Ud BASE ENCH. JUNG-621 W TUBO PVC**

Ud. Base enchufe estanca de superficie con toma tierra lateral de 10/16A(II+T.T) superficial realizado en tubo PVC rígido M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750V. y sección 2,5 mm2 (activo, neutro y protección), incluido caja de registro "plexo" D=70 toma de corriente superficial JUNG-621 W y regletas de conexión, totalmente montado e instalado.

|                                |        |    |                               |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 0,480  | Hr | Oficial primera electricista  | 16,50 | 7,92         |
| U30JW125                       | 6,000  | MI | Tubo PVC rígido M 20/gp5      | 1,33  | 7,98         |
| U30JW002                       | 24,000 | MI | Conductor rígido 750V;2,5(Cu) | 0,51  | 12,24        |
| U30OC510                       | 1,000  | Ud | B.e.superf.10/16A JUNG-621 W  | 7,04  | 7,04         |
| U30JW551                       | 1,000  | Ud | Caja metálica Crady           | 3,40  | 3,40         |
| %CI                            | 0,386  | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 1,16         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                               |       | <b>39,74</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO 12 CAPÍTULO 12: MAQUINARIA E INSTALACIONES

|        |       |  |                                       |                         |           |
|--------|-------|--|---------------------------------------|-------------------------|-----------|
| 12.001 | 12.1  |  | Aspiradora de frutos                  |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 17.151,75 |
| 12.002 | 12.2  |  | Lavadora de fruta                     |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 3.597,73  |
| 12.003 | 12.3  |  | Cortadora y trituradora industrial    |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 3.680,00  |
| 12.004 | 12.4  |  | Reactor de explosión a vapor          |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 20.790,00 |
| 12.005 | 12.5  |  | Biorreactor de SFS                    |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 72.764,71 |
| 12.006 | 12.6  |  | Columna de destilación                |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 32.192,69 |
| 12.007 | 12.7  |  | Equipo de destilación azeotrópica     |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 35.724,78 |
| 12.008 | 12.8  |  | Caldera de biomasa                    |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 16.318,06 |
| 12.009 | 12.9  |  | Tanque de almacenamiento de bioetanol |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 3.690,00  |
| 12.010 | 12.10 |  | Lona                                  |                         |           |
|        |       |  |                                       | TOTAL PARTIDA . . . . . | 1,95      |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO 13    CAPÍTULO 13: SEGURIDAD Y SALUD**

|        |      |  |                          |                                |                  |
|--------|------|--|--------------------------|--------------------------------|------------------|
| 13.001 | 13.1 |  | 2% del presupuesto total |                                |                  |
|        |      |  |                          | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> | <b>14.386,00</b> |

## RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

| Código                                         | Capítulo                                        | Total €             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------|
| 1                                              | CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS               | 2.533,69            |
| 2                                              | CAPÍTULO 2: SANEAMIENTO                         | 3.386,30            |
| 3                                              | CAPÍTULO 3: HORMIGONES                          | 301.194,95          |
| 4                                              | CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA METÁLICA                 | 73.245,70           |
| 5                                              | CAPÍTULO 5: CUBIERTA                            | 33.120,80           |
| 6                                              | CAPÍTULO 6: ALBAÑILERÍA                         | 75.651,96           |
| 7                                              | CAPÍTULO 7: CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIERÍA | 2.501,55            |
| 8                                              | CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA           | 13.531,81           |
| 9                                              | CAPÍTULO 9: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS         | 418,43              |
| 10                                             | CAPÍTULO 10: PINTURA                            | 222,88              |
| 11                                             | CAPÍTULO 11: INSTALACIÓN ELÉCTRICA              | 6.802,39            |
| 12                                             | CAPÍTULO 12: MAQUINARIA E INSTALACIONES         | 206.689,72          |
| 13                                             | CAPÍTULO 13: SEGURIDAD Y SALUD                  | 14.386,00           |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. ....</b> |                                                 | <b>733.686,18</b>   |
| 15 % Gastos Generales. ....                    |                                                 | 110.052,93          |
| 7 % Beneficio Industrial. ....                 |                                                 | 51.358,03           |
| Suma. ....                                     |                                                 | 895.097,14          |
| 21 % I.V.A. de Contrata. ....                  |                                                 | 187.970,40          |
| <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA. ....</b>           |                                                 | <b>1.083.067,54</b> |
| =====                                          |                                                 |                     |

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a un total de UN MILLÓN OCHENTA Y TRES MIL SESENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS