



Universidad de Valladolid

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,
Agronómica y de la Bioenergía**

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**TÍTULO: INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA
LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO
HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO₂. PARCELA 323
DEL POLÍGONO 2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA).**

~~~~~

**AUTOR: ALONSO SANZ TEJEDOR**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: MIGUEL BROTO CARTAGENA y LUIS MIGUEL BONILLA MORTE**

**SORIA, JUNIO DE 2022**



# AUTORIZACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO FIN DE GRADO

D. Miguel Victorian Broto Cartagena, profesor del departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, como Tutor del TFG titulado "Instalación de cogeneración con biomasa para la optimización de la producción en invernadero hortícola con aprovechamiento de CO<sub>2</sub>. Parcela 320 polígono 2 en Narros (Soria)" presentado por el alumno D. Alonso Sanz Tejedor, da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que el TFG presentado cumple con las condiciones suficientes para poder ser presentado y proceder a su defensa.

Soria, 23 de junio de 2022

El Tutor del TFG,  
BROTO  
CARTAGENA  
MIGUEL  
VICTORIAN -  
18021444R

Firmado digitalmente  
por BROTO  
CARTAGENA MIGUEL  
VICTORIAN -  
18021444R  
Fecha: 2022.06.23  
10:31:05 +02'00'

Fdo. : Miguel Broto Cartagena

D. Luis Miguel Bonilla Morte, profesor del Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, como Cotutor del TFG titulado "Instalación de cogeneración con biomasa para la optimización de la producción en invernadero hortícola con aprovechamiento de CO<sub>2</sub>. Parcela 320 polígono 2 en Narros (Soria)" presentado por el alumno D. Alonso Sanz Tejedor, da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que el TFG presentado cumple con las condiciones suficientes para poder ser presentado y proceder a su defensa.

Soria, 23 de junio de 2022

El Cotutor del TFG,  
BONILLA MORTE  
LUIS MIGUEL -  
DNI 16804724G

Firmado digitalmente por  
BONILLA MORTE LUIS  
MIGUEL - DNI 16804724G  
Fecha: 2022.06.22  
19:27:11 +02'00'

Fdo. : Luis Miguel Bonilla Morte



# RESUMEN DEL TRABAJO

TÍTULO: Instalación de cogeneración con biomasa para la optimización de la producción en invernadero hortícola con aprovechamiento de CO<sub>2</sub>. Parcela 320 polígono 2 en Narros (Soria).

DEPARTAMENTO: Ingeniería Agrícola y Forestal.

TUTOR: Miguel Broto Cartagena

COTUTOR: Luis Miguel Bonilla Morte

El presente trabajo fin de grado pretende elaborar un proyecto de una central de biomasa para mejorar la eficiencia y producción de un invernadero hortícola ya existente en la parcela 323 del polígono 2, en la localidad de Narros (Soria).

Dicha instalación tiene una potencia instalada de 2 MW y estará situada en la parcela 323 del polígono 2 en Narros (Soria). La central aportará calor al invernadero gracias a la combustión de la biomasa, además de aprovechar el CO<sub>2</sub> producido por dicha combustión, el cual se introducirá en el invernadero para ayudar al cultivo de tomates a hacer la fotosíntesis. El calor sobrante, cuando el invernadero no lo necesite, irá destinado a proporcionar calor para un secadero de la propia biomasa, la cual se utilizará como combustible o se venderá a un precio más caro al haber reducido su humedad. Además, las cenizas obtenidas de la combustión de la biomasa se podrán añadir al suelo del invernadero como un aporte de materia orgánica, mejorando así la fertilidad del suelo.

Se construirá una nave dividida en tres partes, una para la caldera, otra para el secadero y otra para el almacenamiento de biomasa. También se construirá una oficina con baño y vestuarios contiguos a la nave para supervisar desde ahí toda la central.



## **DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

### **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

- ANEJO Nº 1: FICHA URBANÍSTICA
- ANEJO Nº 2: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- ANEJO Nº 3: CONDICIONANTES
- ANEJO Nº 4: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL
- ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DEL INVERNADERO
- ANEJO Nº 6: INGENIERÍA DEL PROCESO
- ANEJO Nº 7: INGENIERÍA DE LAS OBRAS
- ANEJO Nº 8: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA
- ANEJO Nº 9: EVALUACIÓN AMBIENTAL
- ANEJO Nº 10: PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEJO Nº 11: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### **DOCUMENTO Nº2: PLANOS**

- PLANO Nº 1: SITUACIÓN
- PLANO Nº 2: EMPLAZAMIENTO DE LA PARCELA
- PLANO Nº 3: EMPLAZAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES
- PLANO Nº 4.1: PLANTA DE CIMENTACIÓN
- PLANO Nº 4.2: DETALLES DE CIMENTACIÓN
- PLANO Nº 5: PLANTA DE PILARES
- PLANO Nº 6: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
- PLANO Nº 7: PLANTA DE CUBIERTA
- PLANO Nº 8: SECCIONES
- PLANO Nº 9: ALZADOS
- PLANO Nº 10: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO
- PLANO Nº 11: INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
- PLANO Nº 12: INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- PLANO Nº 13: INSTALACIÓN DE LA CALEFACCIÓN

### **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **DOCUMENTO Nº4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO**



# **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS:

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETO DEL PROYECTO.....                                | 3  |
| 2. AGENTES .....                                           | 3  |
| 3. ANTECEDENTES.....                                       | 3  |
| 4. EMPLAZAMIENTO .....                                     | 4  |
| 5. BASES DEL PROYECTO .....                                | 6  |
| 5.1. DIRECTRICES .....                                     | 6  |
| 5.2. CONDICIONANTES.....                                   | 6  |
| 5.2.1. CONDICIONANTES LEGALES .....                        | 6  |
| 5.2.2. CONDICIONANTES DEL MEDIO .....                      | 7  |
| 5.3. SITUACIÓN ACTUAL.....                                 | 7  |
| 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....                           | 8  |
| 7. INGENIERÍA DEL PROYECTO .....                           | 8  |
| 7.1. INGENIERÍA DEL PROCESO .....                          | 9  |
| 7.1.1. FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....            | 9  |
| 7.1.2. DISEÑO DE LAS OPERACIONES.....                      | 10 |
| 7.2. INGENIERÍA DE LAS OBRAS.....                          | 11 |
| 7.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS .....              | 11 |
| 7.2.2. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LAS EDIFICACIONES ..... | 11 |
| 7.2.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS .....                 | 12 |
| 8. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO .....                     | 13 |
| 9. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS .....                         | 14 |
| 10. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO .....                   | 14 |
| 11. ESTUDIO AMBIENTAL.....                                 | 15 |
| 12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....                          | 15 |

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

Con el desarrollo de este proyecto se pretende optimizar la producción de un invernadero hortícola ya existente mediante la instalación de calefacción y la construcción de una central de biomasa, que produzca calor y CO<sub>2</sub>.

Los objetivos de este proyecto son dar estabilidad energética al invernadero ya existente, reducir costes del cultivo como puede ser el del abono, ya que se aprovechará la ceniza. También se intentará alargar el periodo del cultivo del invernadero y mejorar la producción del mismo mediante aportes calóricos y aportes de dióxido de carbono, que ayudarán al cultivo a realizar la fotosíntesis.

Además, también se conseguirá reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, ya que parte del mismo se introducirá en el invernadero y el cultivo lo transformará en oxígeno.

Debido al alto precio de los combustibles tradicionales y las nuevas alternativas para las calderas y calefactores, también cabe destacar la importancia de la implementación de energías renovables para su aclimatación, como la instalación de la caldera de biomasa.

El proyecto será destinado para llevarse a cabo en una parcela en el término municipal de Narros (Soria), donde las instalaciones totales rondarán los 2.100 m<sup>2</sup>.

## 2. AGENTES

El promotor del proyecto será la empresa Cabsan S.L., empresa agroindustrial propietaria de un invernadero en el municipio de Narros (Soria), siendo el Projectista el alumno del Grado en Ingeniería Agraria y Energética, D. Alonso Sanz Tejedor.

## 3. ANTECEDENTES

La empresa Cabsan S.L. es una empresa agroindustrial dedicada al cultivo y comercialización de productos alimenticios, pero sobre todo, hortalizas y fruta. Esta gran empresa es propietaria de un enorme invernadero hortícola, de 1,2 hectáreas en total. Dada la baja productividad del invernadero actualmente, teniendo en cuenta las bajas temperaturas de la provincia de Soria, Cabsan desea optimizar la producción del cultivo situado dentro de su invernadero con algún tipo de energía renovable y barata, que consiga proporcionar calor a su interior. Además, solicita la posibilidad de la fabricación de algún tipo de servicio que suponga algún ingreso extra para la empresa y mejorar la rentabilidad del proyecto.

## 4. EMPLAZAMIENTO

El lugar donde está situado el invernadero es la parcela 323 del polígono 2 en Narros (Soria) y la central de biomasa se ubicará en la misma parcela, situada en el paraje conocido como La Unilla.

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

- Municipio: Narros (Soria)
- Parcela: 323
- Polígono: 2
- Superficie: 48.421 m<sup>2</sup>
- Latitud: 41° 51' 0.94" N
- Longitud: 2° 17' 34.23" W
- Altitud: 1113 m
- Huso UTM: 30

La parcela cuenta con una superficie de 3 hectáreas, espacio suficiente para llevar a cabo el presente proyecto. Está situada a 1 kilómetro del municipio de Narros y tiene un buen acceso, la parcela linda con un camino de grava en buen estado.

La ficha urbanística del presente proyecto se recoge en el Anejo 1 del proyecto, referido a la ficha urbanística.



Figura 1: Situación nacional. Provincia de Soria  
Fuente: Wikipedia

INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA)



Figura 2: Situación provincial. Término de Narros  
Fuente: Wikipedia

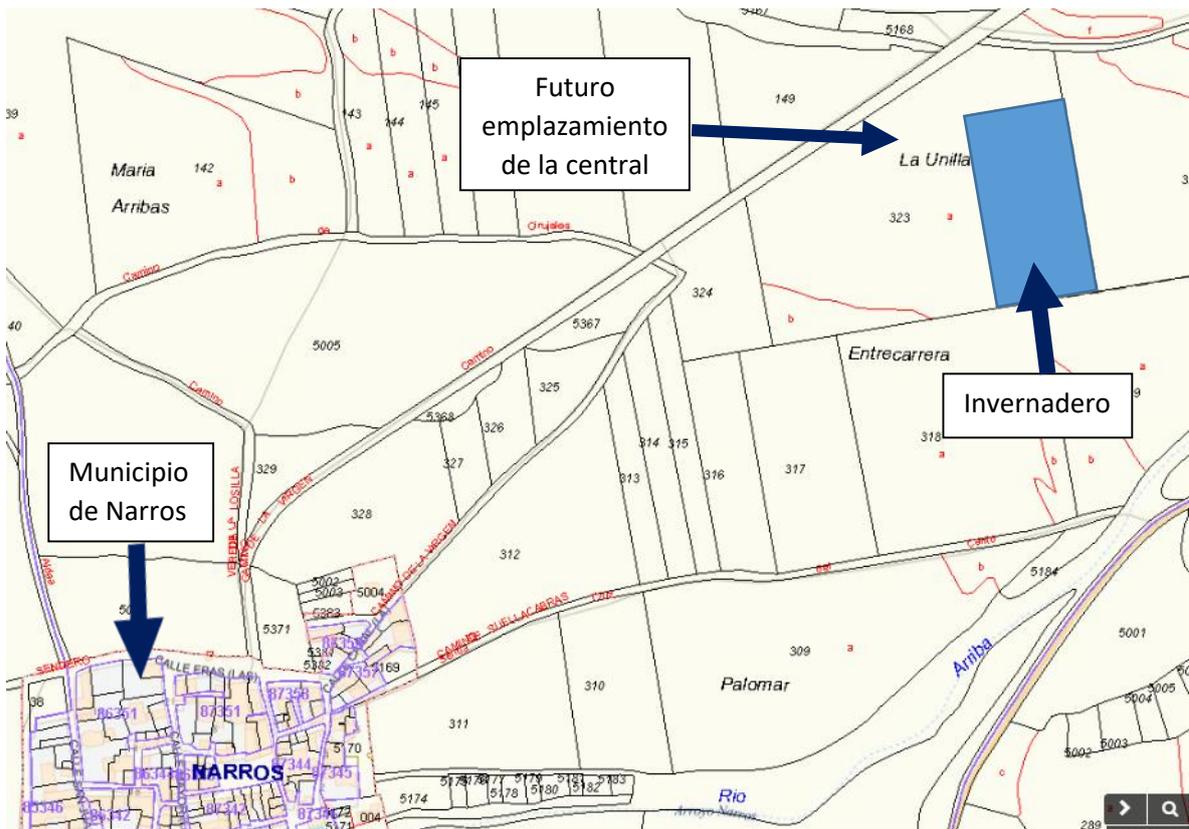


Figura 3: Situación local. Paraje de La Unilla  
Fuente: Catastro

## **5. BASES DEL PROYECTO**

### **5.1. DIRECTRICES**

La finalidad perseguida por el promotor es optimizar la producción de un invernadero ya existente mediante algún tipo de energía renovable que suponga la mejora de la eficiencia del mismo.

Las directrices que indica el promotor son:

- Que se mejore la eficiencia productiva del invernadero mediante algún tipo de energía.
- Que sea una energía renovable, limpia, eficiente, sostenible y a poder ser, barata.
- Que el presupuesto no supere el millón de euros.
- Que el proyecto sea rentable a lo largo de los años.
- Que no suponga un excesivo impacto ambiental.
- Que colabore con la demografía de la zona.

### **5.2. CONDICIONANTES**

El presente proyecto debe cumplir todos los requisitos, tanto legales como ambientales, definidos por la normativa oportuna. Por este motivo, se ha llevado a cabo un estudio, respecto del cumplimiento de las normas vigentes y para conocer cuáles son los condicionantes que impone el medio.

#### **5.2.1. CONDICIONANTES LEGALES**

Para diseñar la explotación, se han tenido en cuenta las siguientes normativas vigentes y se ha verificado su cumplimiento:

- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Plan nacional de acción de eficiencia energética 2017-2020.
- Orden PRE/472/2004 de 24 de febrero, por la que se crea la comisión interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa.
- Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión, relativa a Calderas (vapor o aceite térmico), Economizadores, Precalentadores de Agua, Sobrecalentadores y Recalentadores de vapor. Aprobada según orden del 17 de Marzo de 1981. Modificada según orden del 28 de marzo de 1985.
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP2 del Reglamento de Aparatos a Presión, relativa a Tuberías para Fluidos Relativos a Calderas. Aprobada según orden del 6 de Octubre de 1980.

- Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y disposiciones asociadas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por la que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de Noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

### **5.2.2. CONDICIONANTES DEL MEDIO**

El único condicionante del medio que tiene el presente proyecto es el clima. Dentro del mismo están la temperatura, las precipitaciones, los vientos, las nieves y heladas, los días soleados y la radiación solar, que todos ellos condicionarán el proceso del proyecto, sobre todo, las temperaturas y la radiación solar, que determinarán las necesidades energéticas del invernadero, ya que todos los elementos del proyecto giran en torno a las necesidades, las cuales están calculadas y quedan recogidas en el Anejo 5, referido al cálculo de las necesidades energéticas del invernadero.

Todos estos condicionantes, legales y del medio, quedan reflejados en el Anejo 3, referido a los condicionantes.

### **5.3. SITUACIÓN ACTUAL**

El invernadero del cual se optimizará su producción ya existe, y tiene una superficie de 1,2 hectáreas. Está fabricado de planchas de policarbonato traslúcido sobre una estructura de acero. En todo el año, el cultivo que está mayoritariamente en el interior del invernadero son tomates, pero también hay un ciclo de lechugas. Dispone de riego por goteo, ya que el cultivo está en suelo.

Con este proyecto se pretende mejorar su productividad mediante el aporte de calor, ya que las bajas temperaturas impiden que el cultivo se desarrolle con normalidad.

La situación actual sobre la que se desarrollará el presente proyecto se explica en el Anejo 4, referido a la descripción de la situación actual.

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Las alternativas que se contemplan en este proyecto son:

- La parcela en la que se llevará a cabo la ejecución del presente proyecto, tiene que tener unas buenas condiciones en cuanto a ubicación, superficie, accesos o pendiente.
- La forma de producir la energía para aportar calor al invernadero.
- La forma del aporte de calor para el invernadero, es decir, el tipo de calefacción que se instalará.
- El tipo de biomasa que se utilizará, teniendo en cuenta el precio, la densidad, el poder calorífico o el contenido en cenizas.
- Empresa a la que comprar la biomasa.
- Utilización del calor restante producido por la caldera.
- Posibilidad de aprovechar el CO<sub>2</sub>.
- Tipo de secadero.
- Material de las tuberías de la calefacción.

Por tanto, en función de estos criterios, las soluciones adoptadas son las siguientes:

- Parcela 323, polígono 2.
- Combustión de biomasa.
- Calefacción por convección.
- Biomasa forestal (astillas de madera).
- Biofor.
- Instalación de un secadero de biomasa.
- Introducir el CO<sub>2</sub> al invernadero cuando el cultivo lo necesite.
- Secadero de banda o cinta.
- Polietileno.

Todo el estudio de estas alternativas y las alternativas elegidas se encuentra perfectamente reflejado en el Anejo número 2, estudio de alternativas.

## 7. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este apartado de ingeniería del proyecto se describen brevemente las actividades que se realizarán una vez se haya puesto en marcha el proyecto y además también se describirán brevemente las obras que se realizarán para llevar a cabo el proyecto. Ambos apartados tienen un anejo descriptivo correspondiente donde se detalla minuciosamente el proceso que sigue el proyecto y las obras que se realizarán.

## 7.1. INGENIERÍA DEL PROCESO

La principal actividad que se realizará en el presente proyecto será la combustión de biomasa para calentar agua. Dependiendo de las necesidades energéticas del invernadero sobre el que se realiza este proyecto, el agua caliente irá destinada bien a la calefacción de dicho invernadero (acumulándose la misma en un depósito de inercia) o bien a un secadero de biomasa, donde habrá dos intercambiadores de calor que transferirán la temperatura del agua caliente al aire, para poder secar así astillas de madera, que irán por una cinta transportadora y se irá reduciendo su humedad.

Las astillas secas se venderán a un precio mayor al que se adquieren y se obtendrán así ingresos, porque al haber reducido considerablemente su humedad, se valorizarán.

Todas las instalaciones y las operaciones que se realizarán en el proyecto se recogen en el Anejo número 6, referido a la ingeniería del proceso.

### 7.1.1. FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Absolutamente todos los elementos que componen el presente proyecto están limitados y se guían a partir de las necesidades energéticas del invernadero, es decir, del calor que haya que aportar al mismo. Esto significa que variará todo en función de la radiación aportada por el sol y de la temperatura que haya en el exterior.

Los camiones que traerán las astillas, que llegarán 2 o 3 al día, las dejarán en el patio exterior. Ahí los operarios de la central se encargarán de introducirla, con ayuda de máquinas con pala, a un silo de biomasa situado al lado de la nave. Las astillas irán cayendo por el silo hasta un tornillo sinfín, donde se llevarán directamente al secadero de biomasa.

Una vez hayan salido las astillas secas, éstas tendrán dos destinos, la caldera o el almacén interior, y del transporte se encargarán dos tornillos sinfín, uno en cada dirección, derecha e izquierda. La caldera consume diariamente 13,44 toneladas de astillas procedentes del secadero, por lo que el resto de astillas irán al almacén para ser vendidas, ya que los mismos camiones que traen las astillas húmedas, serán cargados en el almacén de astillas secas. Los camiones se pesarán antes de entrar y después de salir de la central en la báscula del municipio de Narros, ya que es de uso público y el recorrido de los camiones pasa por delante de la misma.

Cuando las astillas se estén quemando, transferirán el calor a un circuito hidráulico, el cual tendrá también dos destinos, secadero e invernadero.

El calor con destino a la calefacción del invernadero pasará por tres circuitos hidráulicos: El primero llevará el agua a un intercambiador de calor, para pasar al segundo circuito. El segundo circuito estará compuesto por un depósito de inercia de 28 m<sup>3</sup> en el que se acumulará calor, por si la caldera tiene alguna parada. Ese calor será transferido, gracias a un intercambiador de calor, a un tercer circuito hidráulico, que será el de la calefacción.

El agua de la calefacción del invernadero irá propulsada con tres grandes bombas hidráulicas, y tendrá retorno para volver a ser calentada, es decir, es un circuito cerrado.

También se aprovechará el CO<sub>2</sub> producido por la biomasa para introducirlo al invernadero y ayudar al cultivo a hacer la fotosíntesis. Se ha realizado un estudio de los gases que contienen los humos producidos por las astillas.

Una parte de las cenizas serán utilizadas como abono para el invernadero y el resto se venderá para ser utilizada como fertilizante, ya que es materia orgánica. Se ha realizado un estudio sobre las aplicaciones de la ceniza en el anejo número 10, referido al plan de gestión de residuos.

En el anejo número 5, referido a la ingeniería del proceso, se detallan las características y el funcionamiento de la caldera y el secadero, el diseño del transporte de calor al invernadero, el dimensionamiento de la instalación, la potencia de las bombas, el diseño del aprovechamiento del CO<sub>2</sub> y el diseño de la recogida de las cenizas

### **7.1.2. DISEÑO DE LAS OPERACIONES**

Como ya se ha citado anteriormente, todos los elementos del proyecto giran en torno a las necesidades energéticas del invernadero, y por consiguiente, a los aportes de calor que haya que hacer al mismo.

En verano es cuando más ingresos se obtendrán por la venta de las astillas secas, ya que hay que hacer muy pocos aportes energéticos al invernadero, por lo que la gran mayoría del calor procedente de la caldera, por no decir todo, irá destinado al secadero de biomasa, que estará funcionando a pleno rendimiento para secar la máxima cantidad de astillas posibles.

Sin embargo, en verano también es cuando más gastos por la compra de astillas húmedas hay, ya que es cuando a más rendimiento funciona el secadero, que es a una velocidad de 2 toneladas de astillas de madera por hora. La velocidad de la cinta transportadora, y por tanto el rendimiento del secadero, se podrán ajustar, dependiendo, como ya se ha citado y como todos los elementos de este proyecto, de los aportes energéticos que haya que realizar al invernadero.

En cambio, en invierno, es cuando menos gastos y menos ingresos habrá por las astillas, ya que al haber en el exterior una temperatura tan baja y haber tan poca radiación solar, es cuando más aportes calóricos habrá que realizar.

Todos los datos mensuales que se han obtenido son medias, porque el tiempo que va a haber es impredecible, hay años que hace más frío y años que hace más calor, por lo que los gastos y los ingresos por parte de las astillas no son algo fijo, sino que varía dependiendo de las condiciones climáticas.

En la central habrá un supervisor, que se encargará de calcular diariamente las necesidades energéticas del invernadero y de supervisar a los trabajadores, y tres operarios, que realizarán turnos diarios para que siempre haya una persona en la central y poder realizar los trabajos de movimiento de astillas y recogida de cenizas.

## 7.2. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Todas las obras que se realizarán en este proyecto se recogen en el Anejo número 7, referido a la ingeniería de las obras, donde se detallan todas las características constructivas, materiales de construcción y detalles constructivos.

Las obras que se realizarán en el proyecto son una nave con una oficina integrada en la estructura y el patio exterior con un camino de salida, que será de cemento.

### 7.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

Las obras totales del proyecto ocuparán una superficie total de 2.100 m<sup>2</sup>, estando divididas en las siguientes partes:

- Nave: 480 m<sup>2</sup> (40x12 m)
- Oficina: 48 m<sup>2</sup> (6x8 m)
- Patio exterior: 1.600 m<sup>2</sup>

### 7.2.2. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LAS EDIFICACIONES

Las obras que se realizarán en el proyecto serán las siguientes:

- Las características de la nave son las siguientes:
  - Estructura: De acero, con 5 pórticos, a una distancia de 10 metros.
  - Cimentación: Zapatas de pilar de hormigón armado unidas mediante riostra de atado.
  - Cubierta: A dos aguas, de panel sándwich y con una pendiente del 16,67%.
  - Cerramientos: 1,5 metros de hormigón y el resto (5 m) panel sándwich.
  - Solera: 20 cm de hormigón.
  - Contará con tres puertas grandes automáticas para la entrada de los camiones y una puerta para el personal que conectará con la oficina.
- En la oficina habrá un baño y un vestuario y las características serán las siguientes:
  - Estructura: De acero, dos pórticos con una separación de 8 metros.
  - Cimentación: Zapatas de pilar de hormigón armado unidas mediante riostra de atado.
  - Cubierta: A un agua, de panel sándwich y con una pendiente del 16,67%.
  - Cerramientos: Con bloques de termoarcilla, aislante y pladur.
  - Solera: Capa de zahorra, 10 cm de hormigón, aislante y baldosas.
  - Falso techo modular de placas desmontables con luminarias integradas.
  - Separación del baño, vestuarios y oficina mediante pladur.
  - Paredes de vestuario y baño de baldosas cerámicas blancas.

- Ventanas: De aluminio, habrá una en cada estancia.
  - Puertas: Las que separan las estancias de madera lacada en blanco. Las que conectan con el exterior y la nave, de aluminio prelacado.
- El patio exterior será una solera de 10 cm de hormigón armado, habrá un vallado exterior y una puerta metálica que conectará con el camino colindante a la finca.

### 7.2.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- Movimiento de tierras:  
El terreno deberá quedar totalmente nivelado, además de llevar a cabo un desbroce y limpieza, para poder efectuar las zanjas y pozos para la cimentación. Esta tierra obtenida será utilizada para el relleno de los elementos de la obra y se extenderá por el resto de la finca.
- Cimentación: Zapatas:
  - Zapatas tipo 1: 0,7 x 0,7 x 1,05 m
  - Zapatas tipo 2: 1,3 x 1,3 x 0,5 m
  - Zapatas tipo 3: 1,9 x 0,95 x 0,5 m
  - Zapatas tipo 4: 1,3 x 0,65 x 0,5 m
  - Zapatas tipo 5: 0,8 x 0,8 x 0,5 m

Riostra tipo 1: 0,4 x 0,8 m

Riostra tipo 2: 0,4 x 0,4 m

Armado: Barras de acero corrugado de 12 o 16 cm de diámetro.

Solera de la nave: 20 cm de hormigón armado.

Solera de la oficina y el patio exterior: 10 cm de hormigón armado.

- Cerramientos:
  - Nave: 1,5 metros de hormigón armado de 25 cm de espesor y el resto (5 m) panel sándwich.
  - Oficinas: Bloques de termoarcilla con aislante y pladur.
- Estructura:  
Acero de diferentes secciones IPE o HEA. 5 pórticos unidos mediante correas de atado.  
Estructura unida a la cimentación mediante placas de anclaje unión simple con cartelas.
- Cubierta:  
La cubierta de la nave será dispuesta a dos aguas, compuesta por placas de panel sándwich con aislante en el interior, y con una pendiente del 16,67%.  
La cubierta de la oficina será dispuesta a un agua, compuesta por placas de panel sándwich con aislante en el interior, y con una pendiente del 16,67%.

- **Carpintería:**  
Las puertas que separan las estancias serán de 0,9 x 2 m, de madera lacada en blanco.  
Las puertas que conectan las oficinas con la nave y el exterior serán de 0,9 x 2 m, de aluminio prelacado y rejilla de ventilación.
- **Ventanas:**  
Sólo habrá en el edificio de las oficinas y serán todas de aluminio prelacado y doble vidrio. En la oficina habrá una de 4 x 1 m y en el vestuario y baño una en cada estancia, de 0,5 x 1 m.
- **Fontanería:**  
El abastecimiento de agua de la central vendrá ofrecido por la red general de abastecimiento, que pasa por el camino contiguo a la finca del proyecto.  
Habrá una llave de paso general y el agua fría irá a un grifo del patio, al lavabo, al váter, a la ducha y a un calentador de agua. El agua caliente irá a la ducha y al lavabo.
- **Iluminación:**  
El interior de la nave contará con 10 luminarias de 40 W cada una.  
La oficina contará con 10 luminarias integradas en el techo de 34 W cada una.  
El baño contará con 2 luminarias de 34 W cada una.  
El vestuario contará con 2 luminarias integradas en el techo de 34 W cada una.
- **Saneamiento:**  
Las aguas fecales irán a una arqueta general, donde también llegarán las aguas pluviales procedentes del patio exterior, donde habrá dos sumideros de rejilla.  
Desde esa arqueta, las aguas fecales y las pluviales irán a la red general de saneamiento, estando la misma situada en el camino que linda con la finca del proyecto.

## 8. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

La inversión del proyecto, será en el año 0, antes de comenzar las obras y a partir del año 1, la central comenzará a funcionar a pleno rendimiento, teniendo una vida útil aproximada de unos 50 años.

## 9. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

Las operaciones necesarias para la ejecución final del proyecto son detalladas en el Anejo número 7, referido a la ingeniería de las obras. A continuación, se muestra un resumen de las diferentes órdenes en forma de diagrama de Gantt:

Tabla 1: Diagrama de Gantt

| Tarea                      | Número de semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|                            | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Permisos y licencias       | ■                | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Replanteo                  |                  |   |   |   |   |   | ■ | ■ |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Movimiento de tierras      |                  |   |   |   |   |   | ■ | ■ |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Excavaciones               |                  |   |   |   |   |   | ■ | ■ |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Cimentación                |                  |   |   |   |   |   |   |   | ■ | ■  |    |    |    |    |    |    |
| Solera                     |                  |   |   |   |   |   |   |   |   | ■  | ■  |    |    |    |    |    |
| Estructura                 |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | ■  | ■  |    |    |    |    |
| Instalación de la caldera  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | ■  | ■  |    |    |    |
| Instalación del secadero   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | ■  | ■  |    |    |
| Cubierta                   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | ■  | ■  |    |
| Cerramientos               |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | ■  | ■  |
| Instalación eléctrica      |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | ■  |
| Alicatados                 |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | ■  |
| Instalación de calefacción |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | ■  |
| Puesta en marcha           |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | ■  |

Fuente: Elaboración propia

## 10. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

Un punto que es importante conocer es la rentabilidad del proyecto, cuánto dinero generará y en cuántos años se recuperará la inversión.

En este proyecto, como el promotor es una empresa de gran tamaño, se autofinanciará y no pedirá ningún préstamo, por lo que sólo habrá que calcular si es rentable o no y en cuántos años se recuperará la inversión.

El VAN es de 1.873,71 € y la TIR de 3,28 %.

La inversión se recuperará en 3 años y 9 meses.

Todos estos cálculos están reflejados en el Anejo número 8, estudio de viabilidad económica.

## 11. ESTUDIO AMBIENTAL

Se dice que va a existir impacto ambiental cuando se realiza una modificación, positiva o negativa, en el entorno donde se va a emplazar un proyecto. En el Anejo 9, que engloba toda la Evaluación Ambiental de este proyecto, se ofrecen los posibles impactos que este proyecto crea, además de las posibles soluciones correctoras ofrecidas.

En este proyecto, los impactos más recurrentes son el ruido que puedan ocasionar las máquinas de la instalación, los humos que pueda producir la combustión de biomasa y el impacto visual que tendrá la nave, pero el presente proyecto tendrá un impacto ambiental mínimo, porque parte del CO<sub>2</sub> emitido por la biomasa se introducirá en el invernadero y las cenizas serán utilizadas como fertilizante para los cultivos.

## 12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el presupuesto por capítulos y resumen del mismo:

|                                                      |                     |
|------------------------------------------------------|---------------------|
| - Acondicionamiento del terreno                      | 4.371,93 €          |
| - Red de saneamiento                                 | 3.776,74 €          |
| - Cimentaciones                                      | 46.215,17 €         |
| - Estructuras                                        | 19.139,23 €         |
| - Cerramientos y divisiones                          | 2.493,48 €          |
| - Revestimientos y falsos techos                     | 4.515,31 €          |
| - Cubiertas                                          | 31.864,11 €         |
| - Aislamiento e impermeabilización                   | 10.281,91 €         |
| - Pavimentos                                         | 1.658,12 €          |
| - Carpintería de madera                              | 401,24 €            |
| - Carpintería de aluminio y PVC                      | 2.236,74 €          |
| - Cerrajería                                         | 8.235,00 €          |
| - Instalaciones eléctricas y domótica                | 2.228,96 €          |
| - Iluminación                                        | 4.412,70 €          |
| - Instalación de fontanería                          | 1.023,84 €          |
| - Aparatos sanitarios                                | 474,74 €            |
| - Instalación de calefacción y ACS                   | 40.072,00 €         |
| - Instalaciones de protección                        | 310,55 €            |
| - Seguridad                                          | 621,92 €            |
| - Control de calidad y ensayos                       | 424,31 €            |
| - Equipamiento                                       | 45.054,65 €         |
| <b>Presupuesto de ejecución material</b>             | <b>229.812,55 €</b> |
| IVA (21%)                                            | 48.260,64 €         |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA</b> | <b>278.073,19 €</b> |

El presupuesto de ejecución por contrata con IVA asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SETENTA Y TRES EUROS Y DIECINUEVE CÉNTIMOS.**

Soria, 20 de junio de 2022

Fdo:

Alumno: Alonso Sanz Tejedor



## ANEJO Nº 1: FICHA URBANÍSTICA

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

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

# 1. CLASIFICACIÓN DEL TERRENO

La parcela en la cual se va a realizar el presente proyecto se encuentra en el polígono 2 y es la parcela número 323, en el término municipal de Narros, en la provincia de Soria, y cuyo propietario es la empresa Cabsan S.L., el promotor del proyecto.

La parcela se encuentra en terreno rústico (no urbanizable), tiene una superficie de 4,2458 hectáreas y queda incluida en la categoría 31, clasificada como herbácea, labor de secano extensiva.

Estos datos han sido obtenidos de los mapas de las Normas subsidiarias de Ámbito Provincial de Soria, los cuales dividen toda la provincia en una serie de hojas para que sea más fácil localizar cada municipio. En este caso, el término municipal de Narros, y por lo tanto, la parcela en la que se va a realizar el presente proyecto, se encuentran en la hoja nº 318 de las Normas subsidiarias de la provincia de Soria. Divide el territorio por colores dependiendo del tipo de terreno que sea. En este caso, la parcela en la que se realizará el presente proyecto está señalada en el mapa de la imagen inferior y se puede ver que la parcela se encuentra dentro de la zona verde, clasificada con el número 31, y como se ha aclarado antes, es herbácea y se realiza en ella una labor de secano extensiva.

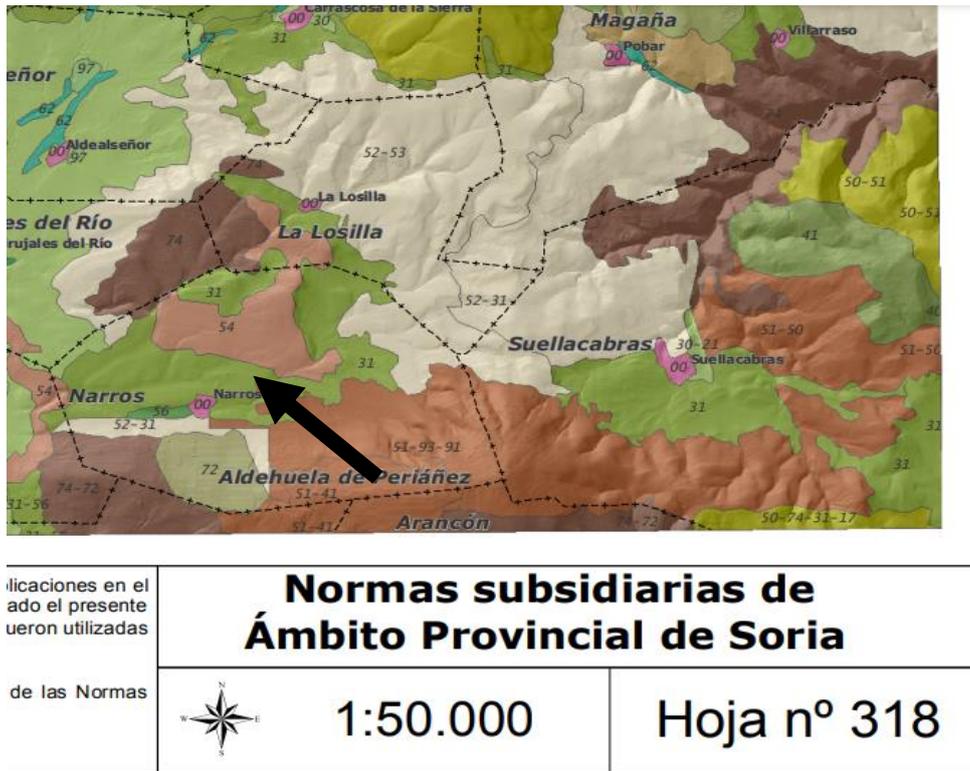


Figura 1: Hoja Nº 318 de las Normas subsidiarias de la provincia de Soria  
 Fuente: Normas subsidiarias de la provincia de Soria

## 2. NORMATIVA MUNICIPAL

El municipio de Narros no dispone de planeamiento urbanístico específico, por lo que esta construcción se ajustará a la Modificación nº2 de las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal con ámbito provincial, publicada en el BOP el 13/04/2015, y esta es la normativa que hay que aplicar.

Esta construcción se considera como una edificación agraria, y tiene que seguir una normativa propia dentro de las Normas Subsidiarias de la Provincia de Soria.

## 3. NORMATIVA PROVINCIAL

Las Normas Subsidiarias de ámbito provincial, en su capítulo III CONDICIONES GENERALES DE URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN:

*Artículo 3.3.8. Edificaciones agrarias.*

*Las edificaciones agrarias, así como las auxiliares de las viviendas, cocheras, etc., garantizarán su adaptación al ambiente rural y el paisaje, para lo cual, deberán respetarse, al menos los siguientes puntos:*

- a. Se situarán preferentemente en puntos no destacados de paisaje evitándose expresamente las divisorias de las pendientes del terreno.*
- b. Los muros quedarán enfoscados, salvo que sean de piedra, pintados de color no disonante.*
- c. Los elementos de cierre, puertas, verjas, etc., se pintarán, asimismo, de tonos propios de la zona.*
- d. La cubierta, a dos, tres o cuatro aguas, será regular, sin frontones y del color que corresponde a la zona, aunque sea de fibrocemento. Se prohíbe el fibrocemento gris o el traslúcido de color.*

## **4. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA**

La normativa municipal, en resumen, nos indica las condiciones de urbanización de edificaciones agrarias, en referencia al emplazamiento (puntos no destacados del paisaje) y condiciones de obra (muros enfoscados de color no disonante, elementos de cierre con tonos propios de la zona y cubierta regular y de color correspondiente a la zona).

Esta edificación cumple todos estos parámetros de la Normativa referentes al emplazamiento y a los materiales de construcción, es decir, que el proyecto se encuentra dentro de la más estricta legalidad.



## ANEJO Nº 2: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. LA FINCA .....                                                    | 3  |
| 1.1. PARCELA 318 .....                                               | 3  |
| 1.2. PARCELA 319 .....                                               | 4  |
| 1.3. PARCELA 320 .....                                               | 4  |
| 1.4. PARCELA 5005 .....                                              | 5  |
| 1.5. PARCELA 323 .....                                               | 6  |
| 2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL INVERNADERO .....  | 6  |
| 2.1. BIOMASA .....                                                   | 7  |
| 2.1.1. COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA .....                                | 8  |
| 2.1.2. GASIFICACIÓN DE LA BIOMASA .....                              | 8  |
| 2.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA .....                                     | 8  |
| 2.3. ENERGÍA GEOTÉRMICA .....                                        | 9  |
| 3. FORMA DEL APORTE DE CALOR PARA EL INVERNADERO (CALEFACCIÓN) ..... | 10 |
| 3.1. CALEFACCIÓN POR CONVECCIÓN .....                                | 10 |
| 3.2. CALEFACCIÓN POR CONDUCCIÓN .....                                | 11 |
| 3.3. CALEFACCIÓN POR CONVECCIÓN Y RADIACIÓN .....                    | 11 |
| 4. TIPO DE BIOMASA A QUEMAR .....                                    | 11 |
| 4.1. BIOMASA FORESTAL (ASTILLAS DE MADERA) .....                     | 12 |
| 4.2. BIOMASA AGRÍCOLA .....                                          | 14 |
| 4.3. PELLETS .....                                                   | 15 |
| 5. EMPRESA A LA QUE COMPRAR LA BIOMASA .....                         | 17 |
| 5.1. AMATEX .....                                                    | 17 |
| 5.2. BIOFOR .....                                                    | 17 |
| 5.3. ASERRALPE .....                                                 | 18 |
| 5.4. ASTILLADORA DEL DUERO .....                                     | 18 |
| 6. UTILIZACIÓN DEL CALOR RESTANTE .....                              | 18 |
| 6.1. RED DE CALOR PARA EL MUNICIPIO DE NARROS .....                  | 19 |
| 6.2. SECADERO DE BIOMASA .....                                       | 19 |
| 7. POSIBILIDAD DE APROVECHAR EL CO <sub>2</sub> .....                | 20 |
| 7.1. INTRODUCIR EN EL INVERNADERO .....                              | 21 |
| 7.2. EXPULSAR A LA ATMÓSFERA .....                                   | 21 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 8. TIPO DE SECADERO .....           | 23 |
| 8.1. SECADERO DE CINTA .....        | 23 |
| 8.2. SECADERO TIPO TROMMEL .....    | 25 |
| 9. TUBERÍAS DE LA CALEFACCIÓN ..... | 27 |
| 9.1. COBRE .....                    | 27 |
| 9.2. POLIETILENO .....              | 28 |
| 10. ALTERNATIVA FINAL ELEGIDA ..... | 29 |

## 1. LA FINCA

La parcela que hay que elegir para la implantación de la central de biomasa con la consiguiente mejora de la producción del invernadero, debe tener un tamaño adecuado para que se puedan construir todas las instalaciones sin ningún problema de falta de espacio y debe tener buenas comunicaciones en cuanto a caminos o red eléctrica cercanas. Un condicionante de bastante peso es la cercanía que tiene que tener la planta de biomasa que se va a construir con el invernadero ya existente, ya que la finalidad es proporcionarle calor y si se sitúa la central a demasiada distancia del invernadero, habría muchas pérdidas de calor, siendo menos rentable el proyecto.

A continuación voy a presentar las posibilidades que se han contemplado en cuanto al lugar de emplazamiento de la central. Las posibles parcelas para su implantación son las siguientes:

### 1.1. PARCELA 318

La parcela 318 del polígono 2 en Narros (Soria) está situada al sur de la parcela que contiene el invernadero.

En todas las alternativas, en cuanto a las parcelas que se han contemplado, se ha realizado un estudio de las mismas y se han redactado unas características similares a cada parcela para poder comprarlas. Las condiciones de la parcela 318 son las siguientes:

|                          |                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| Superficie               | 2,7 hectáreas.                                |
| Accesos y comunicaciones | No muy aceptables.                            |
| Cercanía al invernadero  | Buena.                                        |
| Otras consideraciones    | Mucha pendiente y demasiado cerca del pueblo. |

La parcela 318 del polígono 2 tiene una superficie considerable para la implantación de la central de biomasa, ya que tiene que haber una gran superficie para almacenar biomasa. Los accesos no son relativamente buenos porque al sur de la finca existe un camino, pero es demasiado estrecho y está en mal estado, habría que pedir al Ayuntamiento del municipio que lo mejorara, ya que los a los camiones con biomasa les resultaría difícil el acceso.

En cuanto a la cercanía al invernadero, esta parcela se encuentra contigua y al sur de la parcela del invernadero, es decir, que por ubicación es una parcela buena ya que habría pocas pérdidas de energía. Finalmente, otras consideraciones podrían ser que esta parcela tiene mucha pendiente, algo que incrementaría los costes del proyecto debido a la explanación y el desmonte de la misma, ya que la cimentación de la central se tiene que hacer sobre un terreno llano y la cercanía al pueblo, pudiendo ocasionar molestias a los habitantes del mismo.

Las condiciones de esta parcela, en general, no son buenas, ya que aunque la superficie sí sea la adecuada y esté cerca del invernadero, el difícil acceso, la pendiente de la misma y la cercanía con el pueblo hacen que sea muy complicado implantar aquí la central de biomasa.

## 1.2. PARCELA 319

La parcela 319 del polígono 2 en Narros (Soria) se sitúa al sureste de la parcela que contiene el invernadero y sus condiciones son las siguientes:

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| Superficie               | 2 hectáreas.        |
| Accesos y comunicaciones | Nada aceptables.    |
| Cercanía al invernadero  | Muy buena.          |
| Otras consideraciones    | Alejada del pueblo. |

La parcela 319 tiene 2 hectáreas de superficie, una superficie algo pequeña para la implantación de la central. Los accesos no son adecuados, ya que no existen caminos contiguos a los límites de esta parcela y habría que construir un camino para llegar a ella, algo que incrementaría los costes del proyecto.

En cuanto a la cercanía al invernadero, esta parcela está muy cerca al invernadero, algo que supondría pocas pérdidas de energía. Otra condición a tener en cuenta es que está alejada del pueblo y no ocasionaría apenas molestias a los vecinos del municipio.

En conclusión, la parcela 319 no tiene unas buenas condiciones, ya que a pesar de que se encuentra cerca del invernadero, lo que haría que las pérdidas de energía fueran mínimas y que está lejos del pueblo, la superficie de la misma es pequeña y no tiene un buen acceso.

## 1.3. PARCELA 320

La parcela 320 del polígono 2 en Narros (Soria) se encuentra al este de la parcela del invernadero y sus condiciones son las siguientes:

|                          |                                           |
|--------------------------|-------------------------------------------|
| Superficie               | 4,8 hectáreas.                            |
| Accesos y comunicaciones | Muy aceptables.                           |
| Cercanía al invernadero  | Muy buena.                                |
| Otras consideraciones    | Alejada del pueblo, pero mucha pendiente. |

La parcela 320 tiene 4,8 hectáreas, una superficie bastante considerable para la implantación de la central de biomasa. Los accesos son muy buenos, en todo su límite superior, que da hacia el norte, tiene contiguo un camino en buen estado que llega hasta el pueblo de Narros, es decir, que tendría un buen acceso para los camiones que traigan la materia prima.

En cuanto a la cercanía al invernadero, esta parcela se encuentra al este del invernadero, contigua al mismo, lo que hace que su ubicación sea ideal debido a las pocas pérdidas de energía que habría. Otras consideraciones a tener en cuenta serían que se encuentra alejada del pueblo, así que apenas ocasionaría molestias, y que tiene mucha pendiente, del 15% aproximadamente, lo que supondría mucho coste por los movimientos de tierras.

La parcela 320 tiene muy buenas condiciones, de todas las parcelas estudiadas esta es de las mejores, ya que la superficie es adecuada, tiene un buen acceso, está muy cerca del invernadero y las pérdidas de energía serían inapreciables y está alejada del pueblo, pero lo malo es que tiene mucha pendiente.

#### **1.4. PARCELA 5005**

La parcela 5005 del polígono 2 en Narros (Soria) se encuentra al oeste de la parcela del invernadero y sus condiciones son las siguientes:

|                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Superficie               | 4 hectáreas.                        |
| Accesos y comunicaciones | Muy aceptables.                     |
| Cercanía al invernadero  | No demasiado buena.                 |
| Otras consideraciones    | Cerca del pueblo y mucha pendiente. |

La parcela 5005 tiene 4 hectáreas, una superficie aceptable para la construcción. Los accesos son buenos, esta parcela está rodeada de caminos y en su lateral sur tiene contiguo un camino en muy buen estado que llega directamente al pueblo de Narros, lo que facilitaría el importe de materias primas.

En cuanto a la cercanía al invernadero, está un poco alejada del invernadero, lo que aumentaría las pérdidas de energía. Otras consideraciones a tener en cuenta son que está muy cerca del pueblo y los humos pueden afectar a los habitantes del pueblo y que tiene mucha pendiente.

La parcela 5005 no tiene buenas condiciones para la construcción de la central de biomasa porque a pesar de que tiene buena superficie y buenos accesos, está lejos del invernadero, tiene mucha pendiente y está cerca del pueblo, algo que hace muy difícil que se pueda elegir esta parcela para la implantación de la central.

## 1.5. PARCELA 323

La parcela 323 del polígono 2 en el municipio de Narros (Soria) es la parcela que contiene el invernadero y sus condiciones son las siguientes:

|                          |                                          |
|--------------------------|------------------------------------------|
| Superficie               | 4,2 hectáreas.                           |
| Accesos y comunicaciones | Muy aceptables.                          |
| Cercanía al invernadero  | Muy buena.                               |
| Otras consideraciones    | Alejada del pueblo y muy poca pendiente. |

La parcela 323 tiene 4,2 hectáreas, pero 1,2 están ocupadas por el invernadero, así que la superficie utilizable serán 3 hectáreas, una superficie aceptable para el desarrollo de este proyecto. Los accesos son muy buenos, conecta con un camino de grava de muy buenas condiciones por el que se llega al municipio de Narros a 1 Km.

En cuanto a la cercanía al invernadero, es la misma finca que contiene el invernadero, por lo que la cercanía es máxima, se podrían hacer las construcciones al lado. Otras consideraciones a tener en cuenta serían que está alejada del pueblo, así que apenas ocasionaría molestias y la pendiente es de casi cero, es una finca muy llana, lo que abarataría los costes de movimiento de tierras.

En conclusión, la parcela 323 tiene muy buenas condiciones, de las parcelas estudiadas, esta es la mejor, ya que no tiene ningún inconveniente, sólo ventajas, además de que la finca no la tendría que comprar el promotor porque ya es suya.

**La parcela elegida es la 323 del polígono 2 del municipio de Narros (Soria), ya que, de las alternativas estudiadas, es la mejor parcela. Es de las más grandes, tiene muy buenos accesos, es la misma finca que la del invernadero, el promotor se ahorra el dinero de comprar la finca porque ya es suya, está alejada del pueblo y tiene muy poca pendiente.**

## 2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL INVERNADERO

El promotor de este proyecto, que es a la vez el propietario del invernadero, quiere optimizar la eficiencia y la producción hortícola del invernadero mediante algún tipo de energía más económica y sostenible, apostando por energías renovables para su aprovechamiento, ya que éstas son económicas, eficientes y sostenibles.

Las energías renovables para implantar en este proyecto y que se han contemplado son la biomasa (combustión o gasificación), la energía geotérmica y la energía solar térmica. A continuación se detallan las tres energías renovables y se analizan, para ver cuál es la mejor opción.

## 2.1. BIOMASA

La biomasa es la cantidad de materia acumulada en un individuo, un nivel trófico, una población o un ecosistema. Es la materia originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía, expresada en peso por unidad de volumen (Kg/m<sup>3</sup>). La energía útil puede extraerse por combustión directa de la biomasa, pero también de la quema de combustibles obtenidos de ella. La biomasa puede ser útil como materia orgánica en forma de abono o de alimento a organismos.

La biomasa se puede considerar un combustible renovable porque en emisiones de CO<sub>2</sub> se suele considerar neutro, porque no produce muchos más gases que contribuyen al efecto invernadero y porque el balance de energía es útil.

A continuación se muestra una tabla con las ventajas y las desventajas de la biomasa:

Tabla 1: Ventajas y desventajas de la biomasa

| <b>BIOMASA</b>                                                                 |                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ventajas</b>                                                                | <b>Desventajas</b>                                                                     |
| Fuente de energía renovable, proviene de la energía solar.                     | Se necesita un gran volumen de biomasa vegetal para disponer de la energía suficiente. |
| Se aprovecha al completo mediante la combustión.                               | Baja densidad energética (poco competitiva).                                           |
| No requiere nuevas tecnologías, es el primer combustible que usó el hombre.    | Necesita acondicionamiento o transformación para su uso.                               |
| Reduce el deterioro ambiental: No se aumentan los niveles de CO <sub>2</sub> . | Grandes costes de recolección, transporte y almacenamiento.                            |
| Disminuye la dependencia energética del exterior (combustible autóctono).      | Alguna vez la incineración puede producir alguna sustancia tóxica.                     |

Fuente: Elaboración propia

Hay varias formas de aprovechar energéticamente la biomasa, en los siguientes apartados se recogen las posibilidades que existen.

### **2.1.1. COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA**

La combustión de la biomasa consiste en quemar la biomasa en presencia de abundante oxígeno (20-40 % superior al teórico) a una temperatura de entre 600 y 1300 °C. Es el modo más básico de obtener energía a partir de la biomasa, donde se producen gases como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) o azufre (S).

Esta es una opción muy válida para la mejora de la eficiencia energética del invernadero, ya que además de aportar calor gracias a la biomasa, la combustión produce CO<sub>2</sub>, que se utilizará para introducirlo en el invernadero y ayudar al cultivo a hacer la fotosíntesis.

### **2.1.2. GASIFICACIÓN DE LA BIOMASA**

La gasificación de la biomasa es un proceso termoquímico en el que la biomasa de origen leñoso es transformada en un gas combustible, conocido como gas de síntesis, formado por monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrógeno (H), y metano (CH<sub>4</sub>). La temperatura de la gasificación puede estar entre 700 y 1500 °C y el porcentaje de oxígeno está entre el 10 y el 20%.

Existen varios tipos de gasificadores, los de lecho fijo, que disponen de un lecho fijo sobre el cual la biomasa se mueve lentamente hacia abajo a la vez que se va produciendo la gasificación y los de lecho fluidizado, que pueden ser burbujeante y circulante.

Esta opción también es posible para utilizarla como mejora de la eficiencia energética del invernadero, ya que también produce calor y CO<sub>2</sub> para introducir en el invernadero, pero este proceso es todavía poco conocido, no se utiliza demasiado, además de ser más caro y con unas condiciones más específicas que la combustión, algo que incrementaría el coste del proyecto.

## **2.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor mediante colectores solares, que son placas de cobre y vidrio diseñadas para captar la máxima energía solar y calentar agua.

La instalación estaría formada por dos circuitos, el primario, que contendría los colectores solares planos, una red de tuberías por los que circularía el agua y un intercambiador de calor. El circuito secundario estaría formado por el intercambiador de calor, las tuberías por las que circularía el agua caliente y que irían al invernadero y una bomba de circulación para ayudar al agua a recorrer todo el recorrido.

Esta opción podría ser válida para la mejora de la eficiencia del invernadero, ya que el agua se calienta directamente procedente de la energía solar y no necesita un combustible como en el caso de la biomasa, pero la temperatura que alcanza no llega a ser la que se puede alcanzar con la combustión o la gasificación de la biomasa,

además de que no produce CO<sub>2</sub> para introducir en el invernadero y mejorar la fotosíntesis de las plantas, dando lugar a una mayor producción.

Ventajas de la energía solar térmica:

- Energía 100% inagotable, renovable y gratuita.
- No emite sustancias tóxicas ni contaminantes.
- Reduce el uso de combustibles fósiles.
- Rápida y fácil instalación.

Desventajas de la energía solar térmica:

- Es una energía intermitente.
- Hay que hacer una inversión inicial elevada.
- En ocasiones, la temperatura no llega a ser la óptima para el agua caliente.
- Los paneles tienen que estar al aire libre y son poco estéticos.

## 2.3. ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotérmica consiste en el aprovechamiento de del calor del interior de la Tierra, que es emitido desde el núcleo hasta sus capas más externas. La variación de temperatura se conoce como gradiente térmico y va aumentando unos 25 – 30 °C por cada kilómetro de profundidad.

Existen 4 tipos de energía geotérmica: De alta temperatura (superior a 150 °C), de media temperatura (100 – 150 °C), de baja temperatura (30 – 100 °C) y muy baja temperatura (menos de 30 °C).

La temperatura del subsuelo se mantiene estable en 15°C desde los 5 a los 10 metros de profundidad y, a partir de ahí aumenta 3°C cada 100 metros. Esos 15 – 20 °C que hay hasta los 150 metros del subsuelo pueden ser usados para la generación de calor en invierno, debido a que el subsuelo está más caliente que la temperatura ambiente.

Para obtener el calor de la tierra es necesario excavar y enterrar unas sondas de captación, es decir, unas tuberías de polietileno con líquido caloportador que normalmente está compuesto por agua y glicol. La profundidad a la que hay que enterrar estas sondas depende del tipo de terreno.

El líquido caloportador entra en el suelo a través de las sondas o tuberías, donde absorbe el calor del suelo y se dirige a la bomba de calor geotérmica. Aquí el líquido caloportador cede su calor a un fluido que está más frío y que al aumentar su temperatura se evapora, el cual pasa por un condensador que aumenta su presión y temperatura, pudiendo así calentar el invernadero.

Esta alternativa es costosa debido a las excavaciones que hay que realizar para introducir los grandes tubos hacia el subsuelo, algo que encarece el precio del proyecto y desechando esta opción.

Ventajas de la energía geotérmica:

- Ahorro económico a largo plazo.
- Mantenimiento mínimo.
- Energía ecológica y segura.
- No depende de los precios de la energía.
- Es inagotable y tiene una larga vida útil.

Desventajas de la energía geotérmica:

- Precio muy elevado de la instalación.
- Puede contaminar acuíferos.
- No es apta para todas las localizaciones.
- No se puede transportar.
- Requiere un estudio de la geografía, clima y carga energética del terreno.

**En este proyecto se realizará la combustión de la biomasa porque es un método barato y fácil de realizar, ya que las condiciones son menos específicas que en la gasificación. La energía solar térmica se descarta porque cuando más calor necesita el invernadero es por la noche, que es cuando menos calor produce, además de no poder calentar demasiado el agua. La energía geotérmica se descarta también por el elevado coste de la instalación.**

### **3. FORMA DEL APORTE DE CALOR PARA EL INVERNADERO (CALEFACCIÓN)**

La manera de optimizar la producción de este invernadero consiste en el aporte de calor artificial mediante agua caliente. La forma de aumentar la temperatura del agua es quemando la biomasa y calentando el agua, llevándola al invernadero mediante una serie de conductos, pero hay diferentes opciones, que son las siguientes:

#### **3.1. CALEFACCIÓN POR CONVECCIÓN**

La calefacción por convección consiste en aportar calor con agua caliente mediante calefacción aérea. El agua caliente está a 60-80 °C y circula por una red de tuberías de 25 - 40 mm de diámetro a 10 cm sobre el suelo. Se caracteriza por proporcionar una temperatura uniforme al invernadero. Es un método muy eficaz para elevar la temperatura del invernadero, ya que el agua caliente circula por tuberías cerca del suelo, lo que hace que se caliente el aire de alrededor y suba, ya que el aire caliente pesa menos, lo que hace que se caliente todo el interior del invernadero.

### 3.2. CALEFACCIÓN POR CONDUCCIÓN

La calefacción por conducción consiste en aportar calor mediante agua caliente por el interior del suelo. Proporciona una temperatura adecuada en la zona radicular del suelo, y para ello requiere de un suelo conductor (húmedo) en el que pueda colocarse un aislante en profundidad para limitar las pérdidas.

El agua circula por intercambiadores de calor (tubos de polipropileno con un diámetro de 15-30 mm por los que circula agua a unos 40 °C) que se colocan a una profundidad equivalente a la mitad del espesor de la capa del suelo que se desea calentar y con una distancia entre los mismos similar a la profundidad establecida.

### 3.3. CALEFACCIÓN POR CONVECCIÓN Y RADIACIÓN

La calefacción por convección y radiación consiste en una red de distribución aérea por la que circula agua caliente. Generalmente esta red se sitúa cerca de las plantas, de este modo, la eficiencia del sistema es mayor, permitiendo que la temperatura del agua sea menor. No es un método muy eficaz porque al estar los conductos con calor a una determinada altura del suelo, como el calor sube hacia arriba, no le llega bien el calor a las plantas, sobre todo cuando son más pequeñas, que es cuando más calor necesitan.

**En este proyecto se instalará la calefacción por convección, que consiste en una serie de conductos a una determinada altura del suelo y llevan agua caliente. Es el método más eficaz, además de no ser una instalación de coste muy elevado.**

## 4. TIPO DE BIOMASA A QUEMAR

Una vez tomada la decisión de que la combustión de la biomasa es la energía renovable que se va a utilizar en este proyecto, se ha de decidir qué tipo de biomasa se va a quemar, ya que hay una gran variedad de tipos de biomasa, como puede ser la residual, la natural o los cultivos energéticos. Dentro de esa clasificación tan extensa, hemos de decidir el tipo de material a quemar, siendo un poco más explícitos. Las opciones que se contemplan son astillas de madera (biomasa forestal), restos de podas de plantas leñosas (biomasa agrícola residual) o pellets o briquetas, que son biomasa, pero secada y comprimida.

La biomasa es la cantidad de materia acumulada en un individuo, un nivel trófico, una población o un ecosistema. Es la materia originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía, expresada en peso por unidad de

volumen (Kg/m<sup>3</sup>). La energía útil puede extraerse por combustión directa de la biomasa, pero también de la quema de combustibles obtenidos de ella. La biomasa puede ser útil como materia orgánica en forma de abono o de alimento a organismos.

La biomasa se puede considerar un combustible renovable porque en emisiones de CO<sub>2</sub> se suele considerar neutro, porque no produce muchos más gases que contribuyen al efecto invernadero y porque el balance de energía es útil. Las ventajas que tiene la biomasa son las siguientes:

- Es una fuente de energía renovable, ya que proviene de la energía solar.
- Se aprovecha al completo gracias a su combustión.
- No requiere nuevas tecnologías, ya que es el primer combustible que usó el hombre.
- Reduce el deterioro ambiental: No se aumentan los niveles de CO<sub>2</sub>.
- Disminuye la dependencia energética del exterior: Es un combustible autóctono.

En cuanto a las desventajas que tiene la biomasa, son las siguientes:

- Hace falta un gran volumen de biomasa vegetal para disponer de la energía suficiente.
- La producción puede ser estacional si se utiliza biomasa agrícola residual de cultivos de recolección.
- Tiene una baja densidad energética, es poco competitiva en cuanto a otros combustibles.
- Necesita un acondicionamiento o transformación para su uso (molido, secado...).
- Grandes costes de recolección, transporte y almacenamiento (necesita mucho espacio para ser almacenada).
- En ocasiones, la incineración puede producir alguna sustancia tóxica.

En conclusión, la biomasa es una fuente de energía renovable que contamina muy poco y que puede aprovechar energéticamente los residuos de industrias o sectores, lo que hace que sea una fuente de energía muy aceptable para lo que la necesitamos, que es mejorar la producción de un invernadero gracias al calor proporcionado por la propia biomasa.

Dentro de la biomasa hay varios tipos, y hay que decidir qué tipo de biomasa se utilizará en el presente proyecto para su combustión. A continuación se exponen los tipos de biomasa existentes que se podrían utilizar en este proyecto.

#### **4.1. BIOMASA FORESTAL (ASTILLAS DE MADERA)**

Las astillas de madera, que entran dentro del tipo de biomasa forestal, son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud, cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, de su recogida y de la tecnología de astillado para procesarlas.

Se trata de madera triturada que no contiene ningún tipo de aditivos. Para su producción se necesita una máquina de astillado y la propia materia prima que normalmente procede de la entresaca de los bosques o árboles no adecuados para su uso en la industria del mueble. Su composición es variable. En función de su procedencia y calidad, se distinguen dos grupos principales:

- Astillas de madera de clase 1: provenientes de la industria de la primera y segunda transformación de la madera o maderas forestales muy limpias. Suelen tener humedades menores al 30%, aunque pueden alcanzar el 45%. Apropriadadas para su uso en instalaciones domésticas y válidas para todo tipo de instalaciones. Contenido en cenizas inferior al 1% (clase 1).
- Astillas de madera de clase 2: procedentes de tratamientos silvícolas, agrícolas y forestales (podas, clareos, entresacas, cultivos energéticos leñosos, etc.). Hasta un 45% de humedad. Utilizada en instalaciones de media a muy alta potencia, como grandes edificios y redes de calefacción. Contenido en cenizas inferior al 5% (clase 2).

Ventajas de las astillas de madera:

- Precio muy competitivo de compra (coste de producción y elaboración inferior al de los pellets).
- Poder calorífico muy alto (si la humedad es baja) y muy cercano al del pellet.
- Las astillas limpias de corteza y secas (clase 1) son normalmente de alta calidad.
- Hay normativas aplicables que regulan su calidad.
- Escasa manipulación.
- Ideal para zonas de alta masa forestal.

Desventajas de las astillas de madera:

- Necesidad de mucho espacio para su almacenamiento. Son menos densas que los pellets y el hueso de aceituna, por lo que precisan de un espacio mayor de almacenaje.
- Suministro más complejo (exclusivamente con camión volquete, tornillos sinfines, cintas transportadoras,...) y limitado en la distancia geográfica. Al ser menos densas, el transporte solo es rentable hasta una distancia corta (normalmente menos de 50 km).
- Las calderas sólo pueden alimentarse a través de tornillos sinfines ya que la succión no es posible, y es necesario el uso del agitador para evitar bóvedas.

Características de las astillas de madera:

| <b>Tipo de biomasa</b>     | <b>% humedad</b> | <b>Precio</b> | <b>Densidad</b>       | <b>Poder calorífico</b> | <b>Contenido en cenizas</b> |
|----------------------------|------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Astillas de madera clase 1 | 30 %             | 90 €/tonelada | 250 Kg/m <sup>3</sup> | 12.800 KJ/Kg            | 1 %                         |
| Astillas de madera clase 2 | 45 %             | 50 €/tonelada | 240 Kg/m <sup>3</sup> | 12.100 KJ/Kg            | 5 %                         |

Las astillas de madera no son muy caras si su porcentaje de humedad es moderado, si han sido más tratadas, son más caras. Tienen una baja densidad por su forma extraña, lo que hace que se formen muchos huecos y haga falta un agitador para disminuir esos huecos. El poder calorífico es alto, se encuentra entre los pellets y la biomasa residual agrícola, en términos de combustión se podría decir que se considera intermedio. El porcentaje de cenizas es bajo, ya que producen muy pocas, las astillas de madera quemar muy bien.

En conclusión, las astillas de biomasa son, probablemente, la mejor biomasa que se pueda elegir, ya que tienen un precio y un poder calorífico intermedios y hay oferta todo el año. El único inconveniente sería su baja densidad a la hora de almacenarlas, pero como se van a estar trayendo en camiones diariamente, el almacenamiento no va a ser un problema.

Las astillas de biomasa que se traerán al almacén serán de clase 2, pero pasarán a ser de clase 1 una vez hayan pasado por el secadero de biomasa, habiéndolas revalorizado considerablemente.

## 4.2. BIOMASA AGRÍCOLA

La biomasa agrícola residual es un tipo de biomasa que procede de restos de cultivos agrícolas (bien herbáceos o leñosos) y lo que para los agricultores es un residuo que no se sabe qué hacer con ello, sirve como biomasa para su combustión y producción de calor. Pueden ser restos de poda de frutales o paja de cereales, que son productos con alto valor energético, e incluso alguno sirve como alimento para el ganado, como la paja, pero hay otros materiales leñosos como ramas de vid o de frutales que no tienen otros usos, por lo que se pueden utilizar como biomasa. Al ser un residuo para los agricultores, suele ser más barata que los demás tipos de biomasa, pero es un producto estacional porque no siempre se podan los árboles y no siempre hay disponible paja de cereal, al contrario que los demás tipos de biomasa, que siempre hay oferta y no son estacionales.

Ventajas de la biomasa residual agrícola:

- Es más barata que el resto de biomásas, ya que es un residuo.
- Si tiene poca humedad, quema muy bien y un alto poder calorífico.
- Los agricultores lo agradecen porque a veces no saben qué hacer con los residuos de la poda de cultivos leñosos o con la paja del cereal.

Desventajas de la biomasa residual agrícola:

- Su producción es estacional (no siempre hay oferta porque la poda se hace una vez al año y los restos de paja sólo quedan en verano).
- Se pueden almacenar, pero hace falta mucho espacio.
- Hace falta tener muchos proveedores, para poder tener tanta biomasa se necesitarían muchas hectáreas de cultivos.

Características de la biomasa residual agrícola:

| <b>Tipo de biomasa</b> | <b>% de humedad</b> | <b>Precio</b> | <b>Densidad</b>       | <b>Poder calorífico</b> | <b>Contenido en cenizas</b> |
|------------------------|---------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Residual agrícola      | 8,3 %               | 42 €/tonelada | 300 Kg/m <sup>3</sup> | 12.500 KJ/Kg            | 7,2 %                       |

La biomasa residual agrícola, en este caso paja de cereal o restos de poda de cultivos leñosos, tiene un bajo precio porque es residual. Su densidad está bien, es fácil de almacenar, sobre todo si se compacta, algo que es fácil. Su humedad es baja si se deja secar de forma adecuada y el poder calorífico no está mal, pero es algo más bajo que las astillas y los pellets. El contenido de cenizas es algo más elevado que las astillas, algo que hace que sean más desfavorables porque el mantenimiento de la caldera será mayor y la ceniza habrá que retirarla con más frecuencia. Otra característica negativa es la estacionalidad de este producto, que hace que se tenga que almacenar y no haya oferta continua todo el año.

En conclusión, la biomasa residual agrícola no es una buena opción porque a pesar de que es la biomasa más barata y tienen una buena densidad, producen muchas cenizas y son un producto estacional, lo que hacen que aumenten los costes de almacenamiento y mantenimiento.

### 4.3. PELLETS

Los pellets son cilindros considerados como biomasa sólida, muy pequeños, entre 2 y 3 milímetros. Son elaborados a partir de serrín natural seco, sin ningún aditivo, ya que se

utiliza la propia lignina del serrín como aglomerante, comprimiéndolo a una alta presión para formar el pellet, lo que hace que tengan una composición muy densa y dura, consiguiendo con ello un gran poder calorífico.

Ventajas de los pellets:

- No hace falta talar árboles, se usa el serrín sobrante de la industria de la madera.
- Al tener mucha densidad y estar en gránulos, ocupan muy poco espacio y se pueden transportar fácilmente.
- Producen muy poco humo y muy poco CO<sub>2</sub>, ya que queman muy bien.
- Tienen un muy alto poder calorífico y apenas producen cenizas.

Desventajas de los pellets:

- Precio muy elevado.
- Si no son de calidad, pueden dañar la caldera.
- Hay que almacenarlos en un lugar seco, si están en contacto con la humedad, se reblandecen y se convierten de nuevo en serrín.

Características de los pellets:

| <b>Tipo de biomasa</b> | <b>% de humedad</b> | <b>Precio</b>  | <b>Densidad</b>       | <b>Poder calorífico</b> | <b>Contenido en cenizas</b> |
|------------------------|---------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Pellets                | 7 %                 | 290 €/tonelada | 720 Kg/m <sup>3</sup> | 17.500 KJ/Kg            | 0,7 %                       |

Los pellets son la mejor biomasa que hay si se habla en términos de combustible, ya que tienen poca humedad, tienen un elevado poder calorífico y apenas producen humo y cenizas. El único y gran inconveniente es su desorbitado precio, superando casi 6 veces al de los demás tipos de biomasa, algo que hace echarse para atrás cuando se habla de un proyecto como este, ya que lo que se busca es optimizar la producción de un invernadero y buscar la mayor rentabilidad posible, algo que se vuelve impensable cuando se habla de los pellets.

En conclusión, los pellets son el mejor combustible que existe hablando en términos de biomasa, pero su precio hace que sean imposibles de utilizar en un proyecto como este, sería algo inviable y no resultaría rentable.

**El tipo de biomasa que se va a utilizar en este proyecto son las astillas de madera, ya que tienen un buen precio y un buen poder calorífico, además de haber oferta todo el año. Los pellets se descartan por su elevado precio y la biomasa residual agrícola también porque no hay una oferta continua durante todo el año.**

## **5. EMPRESA A LA QUE COMPRAR LA BIOMASA**

Una vez tomada la decisión de que la biomasa que se va a utilizar en este proyecto es la astilla de madera, surge la cuestión de a qué empresa de Soria se podrían comprar las citadas astillas de madera. Al estar este proyecto situado en el municipio de Narros, en la provincia de Soria, se debería comprar la materia prima a una empresa soriana, sobre todo para abaratar los costes del transporte.

El precio de las astillas de madera es el mismo en todas las empresas de Soria, ya que unifican más o menos los precios para que no haya mucha competencia. Todas las empresas venden las astillas de madera a unos 50 €/tonelada, por lo que la elección de la empresa que suministrará las astillas se decidirá dependiendo de la distancia a la que se encuentre, para escoger la más cercana y reducir los costes del transporte. Las empresas que venden astillas de madera en la provincia de Soria son las siguientes:

### **5.1. AMATEX**

Amatex es una empresa que posee reconocida experiencia tanto en la producción como en el suministro de astilla y pellets de alta calidad tanto a grandes consumidores e instalaciones industriales como a comunidades de vecinos e instalaciones medianas y pequeñas. Cuenta con una planta de astillas localizada en Cabrejas del Pinar (Soria) con una capacidad de producción de 25.000 toneladas/año.

Cabrejas del Pinar se encuentra a 54 Km de Narros, una distancia algo extensa para transportar la biomasa diariamente.

### **5.2. BIOFOR**

Biofor es una empresa creada con el objetivo de poner en funcionamiento un centro logístico de biomasa en la provincia de Soria, dedicado al suministro de biocombustibles con fines térmicos, capaz de garantizar un suministro de biocombustibles a largo plazo, de calidad y con estabilidad en el precio.

El uso de los biocombustibles sólidos forestales (Astilla, pellet, briqueta, leña...) permite rebajar los costes de climatización en todos los sectores, mejorando la competitividad y fortaleciendo la economía de cualquier empresa.

La empresa Biofor se encarga de suministrar astilla forestal, pellet, briqueta y leña, para su consumo en calderas y estufas, sustituyendo a los combustibles fósiles y está situada en Carbonera de Frentes (Soria).

Carbonera de Frentes se encuentra a 30 Km de Narros, una distancia considerable para transportar la biomasa diariamente hasta el lugar del proyecto.

### **5.3. ASERRALPE**

Aserralpe es una joven y dinámica empresa ubicada en el Polígono Industrial "La Nava" de Cabrejas del Pinar en la provincia de Soria, dedicada principalmente al aserrado de la madera, especialmente el PINO INSIGNE, elaborando un producto final ideal para múltiples propósitos.

Aserralpe genera como producto residual del aserrado astillas, virutas, corteza o serrín.

Cabrejas del Pinar se encuentra a 54 Km de Narros, una distancia extensa para transportar la biomasa diariamente.

### **5.4. ASTILLADORA DEL DUERO**

Astilladora del Duero S.L. es una empresa que se dedica al aserrado y cepillado de la madera, concretamente madera de pino albar y está situada en Covalada (Soria). Las astillas de madera son para esta empresa un residuo, ya que su principal función es la deerrar madera para vender madera.

Covalada se encuentra a 68 Km de Narros, una distancia demasiado extensa para tener que transportar la biomasa diariamente, los costes del transporte serían demasiado elevados, por lo que esta opción queda descartada.

**La empresa a la que se le comprarán las astillas de madera será Biofor, ya que es la empresa que más cerca se encuentra, abaratando así los costes del transporte por la cercanía.**

## **6. UTILIZACIÓN DEL CALOR RESTANTE**

Una vez decidido que la biomasa se va a quemar y su principal función va a ser la de aumentar la temperatura del invernadero gracias al agua caliente, se debe decidir qué hacer con el calor restante que se produce en la caldera.

Las dos opciones que se contemplan para utilizar el calor restante son llevar el agua caliente al municipio de Narros para construir una red de calor o apostar por un secadero de biomasa para reducir la humedad de las astillas de madera antes de introducirlas en la caldera para su combustión.

## 6.1. RED DE CALOR PARA EL MUNICIPIO DE NARROS

Una vez que ya se ha introducido toda el agua caliente por los conductos hasta el invernadero para aumentar su temperatura general, el calor restante procedente de la caldera se ha de aprovechar de alguna manera, sino se estaría perdiendo dinero.

Una de las dos opciones que se plantean para aprovechar ese calor es construir una red de conductos que lleven agua caliente hasta el municipio de Narros para poder conceder a los vecinos agua caliente en sus casas. Esta alternativa del proyecto es algo complicada, ya que habría que levantar todas las calles del pueblo para introducir la red de calor, además de que los vecinos deberían retirar las calderas de gasoil de sus casas, teniendo que hacer obras en todas ellas, ya que todas las casas del pueblo se calientan mediante la combustión de gasóleo C de calefacción en calderas. Podría ser una iniciativa para la reducción del uso de combustibles fósiles y apostar por las energías renovables.

Esta alternativa del proyecto supondría un avance para el municipio de Narros, ya que se apostaría por el uso de energías renovables para el uso de agua caliente sanitaria.

Los dos grandes inconvenientes de esta alternativa, que hacen que prácticamente se descarte son que durante el invierno, en el municipio de Narros, solamente hay unas 20 casas abiertas que utilizan agua caliente y que cuando más calor necesita el invernadero, que es en invierno, más calor también necesitarían las casas del pueblo, por lo que en verano sobraría mucho calor y se perdería dinero.

Con esta alternativa, las casas del municipio pagarían unos 50 euros mensuales por el agua caliente sanitaria (ACS) durante el invierno, en verano mucho menos, unos 10 euros al mes. Con esta alternativa, en total se obtendrían unos beneficios de, aproximadamente, 14.000 euros anuales.

## 6.2. SECADERO DE BIOMASA

La otra alternativa que se plantea para utilizar el calor restante es conducirlo hasta un intercambiador de calor, que transforme el agua caliente en aire caliente, para así poder reducir la humedad de la biomasa y aumentar su valor, pudiendo vender una parte y utilizando la otra para su combustión en la caldera de biomasa.

Esta alternativa es bastante más viable que la anterior, ya que son todas ventajas. La biomasa se compraría con un alto porcentaje de humedad, pero se rebajaría considerablemente para aumentar su valor. Una parte se vendería y la otra se utilizaría para quemarla en la caldera, ahorrando así el coste de la compra de biomasa seca, que tiene el doble de precio que la biomasa húmeda.

Con esta alternativa se obtendrían grandes beneficios, ya que las astillas de madera con un bajo porcentaje de humedad tienen un precio elevado. Las ganancias ascenderían a 1.092.000 € anuales. Si se multiplican las 30,66 toneladas diarias que se venden por 100 €, que es lo que vale la tonelada de astilla seca, se obtienen 3.066 € al

día por la astilla seca. Si se multiplica por los 364 días que la caldera está funcionando (un día al año se detiene para su mantenimiento) da un resultado de 1.116.024 € al año.

A simple vista se puede apreciar que esta alternativa es considerablemente mejor que la de la red de calor para el municipio, porque tiene muchos más beneficios y muchas más ventajas.

**El calor que sobra de la caldera y que no se transporta al invernadero se utilizará para transferirlo a un secadero de biomasa, el cual reducirá la humedad de las astillas, aumentando su valor.**

## 7. POSIBILIDAD DE APROVECHAR EL CO<sub>2</sub>

El proceso de la combustión de la biomasa produce CO<sub>2</sub> como residuo. En la combustión de la biomasa se considera que las emisiones tienen el balance neutro de CO<sub>2</sub>, ya que no contribuye al aumento del efecto invernadero porque el CO<sub>2</sub> que se libera forma parte de la atmósfera actual (es el CO<sub>2</sub> que absorben y liberan continuamente las plantas y árboles para su crecimiento) y no es el CO<sub>2</sub> capturado en el subsuelo a lo largo de miles de años y liberado en un breve espacio de tiempo como ocurre con los combustibles fósiles.

En la imagen inferior se puede observar el ciclo que sigue la biomasa. Los árboles capturan el CO<sub>2</sub> de la atmósfera para hacer la fotosíntesis. Esos árboles se convierten en biomasa gracias a unos tratamientos específicos. Por último, en la combustión de la biomasa, se libera a la atmósfera el CO<sub>2</sub> que utilizaron anteriormente los árboles, cerrando así el ciclo.

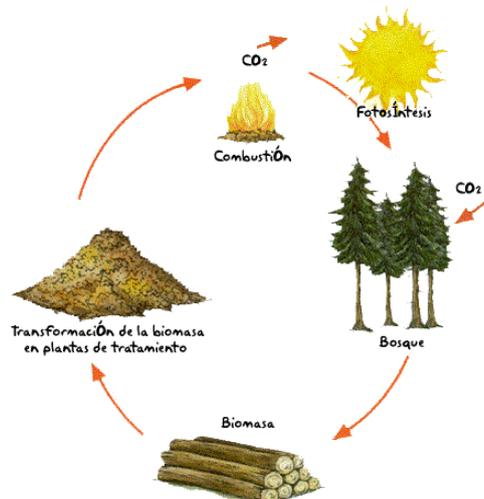


Figura 1: Ciclo de la biomasa

Fuente: IMARTEC - Biomass Energy Evolution

Visto que la biomasa produce poco CO<sub>2</sub>, y que el que produce es el que han ido liberando los árboles durante su crecimiento, es decir, que lo que se ha obtenido de la atmósfera se devuelve a ella, se plantean dos opciones para qué hacer con el CO<sub>2</sub>. La primera sería introducirlo en el invernadero, ya que puede ser aprovechado por otras plantas y la otra opción sería devolverlo a la atmósfera, ya que ese CO<sub>2</sub> ha sido capturado directamente de la misma.

## 7.1. INTRODUCIR EN EL INVERNADERO

Una de las dos posibilidades que se contemplan para aprovechar el CO<sub>2</sub> producido por la combustión de la biomasa es introducirlo en el propio invernadero. El dióxido de carbono es esencial para que se produzca la fotosíntesis en las plantas. El aporte de CO<sub>2</sub> es muy importante para el correcto desarrollo del cultivo, además del agua y la luz.

Al aumentar la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior de un invernadero se incrementa la actividad fotosintética, lo que se traduce en un aumento de la precocidad, el rendimiento, la producción (del orden del 15-25%) y la calidad de la cosecha. Para que se produzca una buena asimilación del CO<sub>2</sub>, el factor más importante es la radiación solar, aunque también influyen la ventilación, la temperatura y humedad.

Introducir el dióxido de carbono en el invernadero supondría un aumento del rendimiento de los vegetales de su interior, lo que podría suponer un aumento de la producción y por lo tanto un aumento de los beneficios.

Pero en el interior del invernadero no habrá siempre cultivos, además de que por la noche, las plantas no necesitan dióxido de carbono, sino oxígeno, ya que en ausencia de luz, respiran. Por estos motivos no es necesario siempre introducir CO<sub>2</sub> al interior del invernadero, pero sí de vez en cuando para mejorar el rendimiento.

## 7.2. EXPULSAR A LA ATMÓSFERA

La otra opción que se plantea es expulsar a la atmósfera el CO<sub>2</sub> producido por la combustión de biomasa. Sin embargo, no todos los gases que se producen en su combustión son carbono y oxígeno, hay alguno que puede ser perjudicial, pero en muy pequeñas cantidades. En la siguiente tabla se detalla la producción de gases y cenizas de las astillas de madera de pino.

Tabla 2: Análisis elemental en base seca de las astillas de biomasa

| Análisis elemental en base seca (%) | Carbono (C) | Hidrógeno (H) | Nitrógeno (N) | Azufre (S) | Oxígeno (O) | Cenizas |
|-------------------------------------|-------------|---------------|---------------|------------|-------------|---------|
|                                     | 41,1        | 6,1           | 0,36          | 0,05       | 47,59       | 4,8     |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en la combustión de las astillas de pino, casi el 90% que producen es CO<sub>2</sub>, el resto son cenizas, que produce muy pocas, y diferentes gases, pero en muy pequeñas cantidades, como hidrógeno y azufre o nitrógeno en menores medidas.

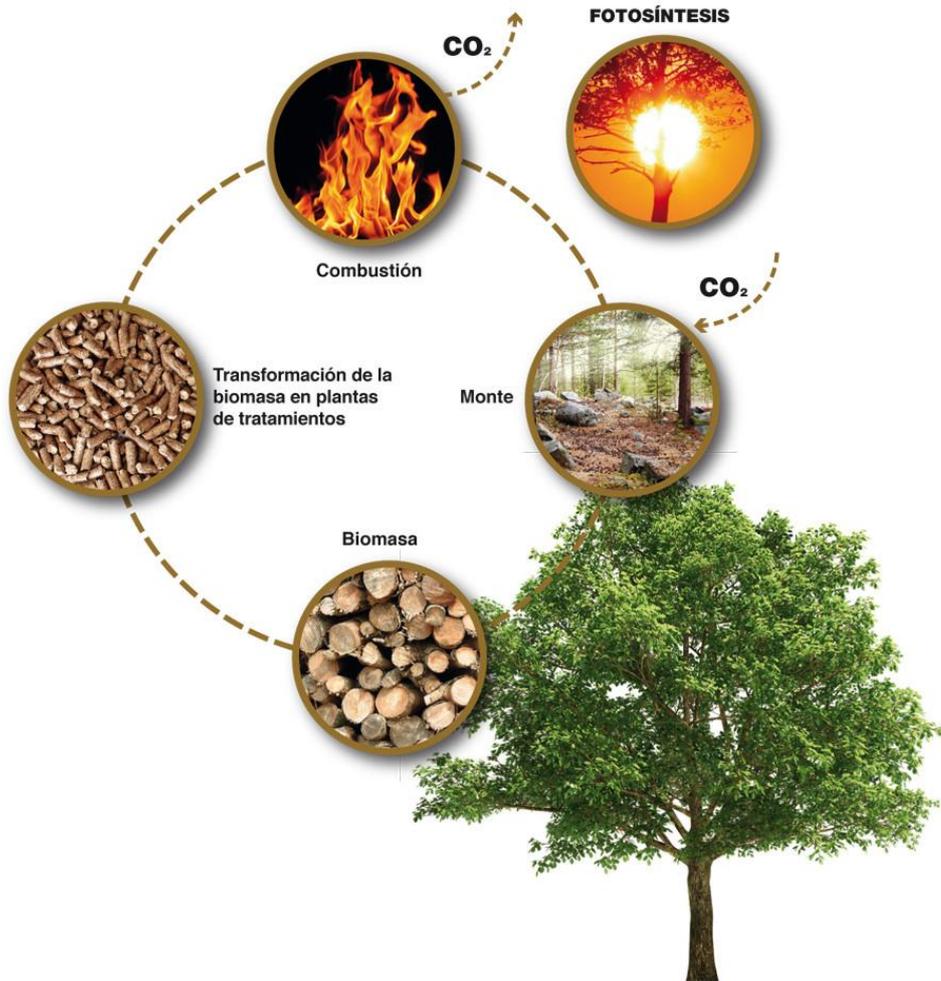


Figura 2: Ciclo de la biomasa  
Fuente: Hildebrandt Gruppe

En la figura superior se puede observar el ciclo de la biomasa y cómo genera durante su combustión el mismo CO<sub>2</sub> que capta cuando la biomasa no se ha transformado y es un árbol que realiza la fotosíntesis, por eso no varía el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, porque lo que capta lo expulsa, al contrario que los combustibles fósiles, que sí generan mucho más dióxido de carbono a la atmósfera, contribuyendo al efecto invernadero, y por lo tanto, al tan nocivo cambio climático.

La opción de expulsar el CO<sub>2</sub> a la atmósfera es muy viable, ya que es devolver a la atmósfera lo que las plantas han ido absorbiendo, pero se puede aprovechar también introduciéndolo en el invernadero, reabsorbiéndose así por nuevas plantas, por lo que se tomarán las dos decisiones.

**En este caso, la decisión que se tomará es conjunta, es decir, el CO<sub>2</sub> producido por la combustión de la biomasa, dependiendo del momento, se introducirá en el invernadero para mejorar su rendimiento o se expulsará a la atmósfera porque dentro del invernadero no hará falta. Una llave de paso accionada desde las oficinas de la central determinará la dirección del CO<sub>2</sub> dependiendo de las necesidades del invernadero. Podrá ir al interior cuando las plantas lo necesiten o podrá salir por la chimenea a la atmósfera.**

## **8. TIPO DE SECADERO**

Para proceder a la combustión de la biomasa es necesario reducir su humedad para que la combustión sea eficaz. Con el secado natural no es posible alcanzar humedades por debajo del 20% en base húmeda, por lo que hay que recurrir al secado forzado mediante un secadero de biomasa.

Es importante elegir bien el tipo de secadero que se utilizará en el presente proyecto para que sea eficaz y reduzca adecuadamente la humedad de la biomasa. En los siguientes apartados se describen los dos tipos de secaderos que se han planteado como opciones para implantar en este proyecto.

### **8.1. SECADERO DE CINTA**

El secadero de cinta consiste en una banda transportadora que va llevando la biomasa sobre ella y un flujo de aire caliente pasa a través de la cinta y va reduciendo la humedad de las astillas de madera. El secado en cinta a baja temperatura ofrece los mejores resultados de secado con el uso de calor residual (temperaturas de 50 a 120 °C).

Los secaderos de cinta instantáneos «Flash» se utilizan para partículas pequeñas, principalmente para eliminar la humedad de la superficie en un corto tiempo de retención. El material húmedo se transporta y se seca en una corriente de aire caliente, el secado generalmente se logra en segundos.

Los secaderos de cinta se utilizan para el secado continuo de gránulos o aglomerados utilizados principalmente para productos que no son adecuados para el secado en lecho fluido. Los materiales que son pegajosos, cuyo tamaño de partícula es demasiado grande o el tiempo de residencia requerido es superior a 1 hora. Estos secaderos se fabrican con cintas de una o varias etapas. Carcasa y cintas en acero dulce o inoxidable.

Ventajas del secadero de cinta:

- Uso eficiente del calor residual en forma de agua caliente, condensado, vapor saturado o aire caliente de escape directo.
- Bajos niveles de emisión.

- Secado respetuoso con el producto a bajas temperaturas.
- Bajo consumo de corriente.
- Elevada disponibilidad.
- Bajos costes de mantenimiento.
- Aplicable a múltiples productos pulverulentos.
- Módulos premontados para una rápida instalación in situ.
- Posibilidad de instalación en exterior.
- El control inteligente por PLC permite un proceso de secado automático.

El funcionamiento del secadero de cinta es el siguiente: El agua caliente procedente de la caldera de biomasa llegaría a dos intercambiadores de calor, situados en la parte superior del secadero. Ahí el calor del agua se transfiere al aire, produciendo así una corriente de aire caliente que se inyecta sobre una cinta por la que pasa la biomasa. El aire frío, con ayuda de un ventilador sube hasta la parte superior para ser expulsado.

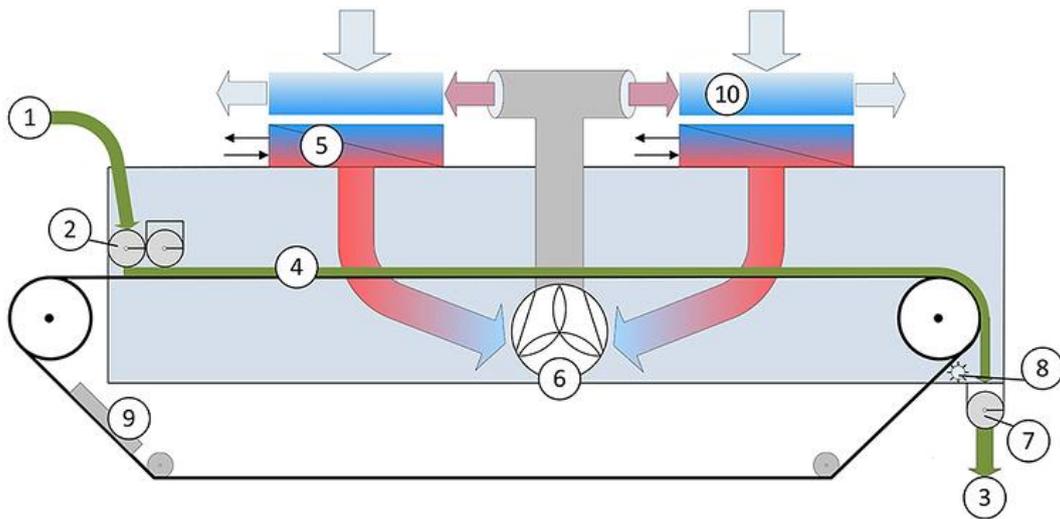


Figura 3: Funcionamiento secadero de cinta  
Fuente: Rudnick and Enners

En la figura superior se puede ver el esquema del secadero de biomasa. La cinta que transporta la biomasa es toda la línea negra que hace un recorrido circular (nº 4). El número 1 corresponde a la alimentación de producto húmedo. El número 2 indica el tornillo de distribución, que dosifica la llegada de la biomasa desde la tolva, que se situará justo antes, por lo que el tornillo de distribución hace que la biomasa llegue de una forma uniforme a la cinta transportadora.

Los intercambiadores de calor, situados en la parte superior del secadero, emiten aire caliente que baja hacia la cinta. Lo que llega a los intercambiadores de calor es agua a unos 60 - 70 °C procedente de la combustión de la propia biomasa y la función de estos intercambiadores es coger aire de la atmósfera mediante dos ventiladores, hacer pasar al aire por el agua a alta temperatura y calentar el propio aire, que se enviará mediante los propios ventiladores hacia la cinta transportadora, para que así el aire entre en contacto con la biomasa húmeda, reduciendo así su humedad. El número 5 corresponde a uno de los intercambiadores.

El número 6 indica el ventilador que envía el aire ya frío hacia la parte superior, una vez que haya estado en contacto con la biomasa, por lo que es aire ya con poca temperatura y al no servir, se expulsa a la atmósfera de nuevo.

Finalmente, el número 7 indica el tornillo sinfín que distribuye el producto seco y el número 3 corresponde a la salida de la astilla de biomasa ya seca.

En la siguiente imagen se puede observar el exterior de un secadero de biomasa de cinta. Es una máquina que mide unos 8 metros de largo por 2 metros de ancho y otros 2 de alto. No ocupa demasiado espacio, se podría instalar en la central fácilmente.



Figura 4: Secadero de cinta  
Fuente: Rudnick and Enners

El secadero de cinta es una muy buena opción para implantar en este proyecto, ya que la biomasa va entrando y saliendo de manera muy metódica, pudiendo entrar la biomasa húmeda desde el almacén exterior y va entrando a la caldera directamente una vez ha sido secada. Además, el secadero de cinta tiene muy buen rendimiento, unas 3 toneladas a la hora, es muy eficiente, ya que seca la biomasa a gran velocidad.

## 8.2. SECADERO TIPO TROMMEL

El secadero tipo trommel es un cilindro de grandes dimensiones. El producto a secar se introduce por uno de los extremos de la unidad de secado por donde también entran los gases de combustión (corrientes paralelas) de forma que el aire de secado a mayor temperatura esté en contacto con el producto cuando este tiene la mayor cantidad de agua de forma que se minimice el impacto térmico sobre el producto. El producto se

desplaza a través del secadero por medio del movimiento de rotación del mismo, y se va eliminando la cantidad de agua requerida por el proceso. Su diseño interior hace que el producto esté constantemente cizallado por las palas, evitando la formación de bolas, que inhiben la acción de secado, esto permite un óptimo rendimiento.



Figura 5: Secadero tipo trommel  
Fuente: maquinaria eindustria.es

En la figura superior se puede ver el exterior de un secadero tipo trommel. Como se puede observar, es un cilindro de grandes dimensiones. Por un extremo entra la biomasa húmeda y por el otro extremo sale seca.

El secado directo con trommel es la tecnología de secado clásica que presenta una alta eficiencia energética. Los gases de combustión se introducen directamente en el cilindro entrando en contacto con el producto. A la salida del trommel se requiere un sistema de depuración de gases para separar el producto del flujo de gas y evitar así la emisión a la atmósfera de partículas, así como posibles compuestos orgánicos volátiles.

Este secadero tiene peor rendimiento que el de cinta, ya que en el de cinta entra el material y sale directamente, es algo más rápido y efectivo. En cambio, en este tipo de secadero, se tiene que introducir una determinada cantidad de producto, además de tener que introducir también gases.

En la siguiente figura se puede ver el funcionamiento de un secadero de biomasa tipo trommel. Por la izquierda entraría la biomasa húmeda, que se introduciría en el interior del cilindro con gases adicionales. El cilindro tiene algo de inclinación y va girando, para que así baje la biomasa y se vaya secando poco a poco con ayuda de la rotación y de los gases introducidos en el cilindro.

Al final del cilindro la biomasa sale seca por la parte inferior y los gases salen por la parte superior.



Figura 6: Funcionamiento secadero tipo trommel  
Fuente: Rudnick and Enners

El secadero tipo trommel también es buena opción para implantar en este proyecto, ya que también es muy eficiente y tiene un rendimiento parecido al de cinta, pero supone mayor inversión, ya que tiene un coste más alto que el de cinta, además de que en el tipo trommel hacen falta gases para introducirlos en el cilindro.

**El tipo de secadero que se utilizará en este proyecto será el secadero de cinta o de banda, ya que tiene mayor eficiencia, supone menos inversión y no necesita gases para reducir la humedad de la biomasa, sólo utiliza aire caliente.**

## 9. TUBERÍAS DE LA CALEFACCIÓN

Una decisión muy importante que se debe tomar es el material de las tuberías de la instalación de calefacción, ya que supone un gasto importante en el proyecto y es prácticamente en lo que se basa el proyecto, en la instalación de la calefacción del invernadero, por lo que es muy importante decidir bien el material que utilizar, para proporcionar bien el calor y para que no suponga un coste muy elevado.

### 9.1. COBRE

El cobre es un elemento químico, de símbolo Cu, con número atómico 29; uno de los metales de transición e importante metal no ferroso. Su utilidad se debe a la combinación de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, así como a sus propiedades eléctricas y su abundancia.

Para tomar la decisión de qué material utilizar, se han determinado dos factores importantes, que son el precio del material y su conductividad térmica.

| Material | Conductividad térmica | Precio tubería |
|----------|-----------------------|----------------|
| Cobre    | 385 W/K*m             | 8,4 €/m        |

El cobre tiene muy buenas características térmicas, ya que su conductividad térmica es muy alta, se tardaría poco en calentar el invernadero. Su gran inconveniente es el precio, ya que es muy elevado, y cada vez más, algo que incrementaría considerablemente el presupuesto del proyecto.

Además, si se rompe algún trozo de tubería, para sustituirlo se tendría que soldar al resto de tubería, lo que supone tener personal más cualificado. En cambio, si las tuberías son de plástico, van a rosca y la sustitución por una nueva sería mucho más sencillo.

## 9.2. POLIETILENO

El polietileno es un polímero preparado a partir de etileno. Es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva  $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$ . Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  y llamado *eteno* por la IUPAC), del que deriva su nombre.

| Material    | Conductividad térmica | Precio tubería |
|-------------|-----------------------|----------------|
| Polietileno | 0,5 W/K*m             | 0,72 €/m       |

El polietileno tiene muy poca conductividad térmica, pero eso no supone un problema, ya que en la mayoría de invernaderos con calefacción se utilizan tuberías de polietileno y distribuyen adecuadamente el calor. Además, es un material muy barato y muy fácil de manejar, ya que va a rosca y si se rompe, se sustituye fácilmente por una tubería nueva.

**El material que se utilizará para las tuberías de la calefacción del invernadero será polietileno, ya que a pesar de que tiene poca conductividad térmica es muy barato y muy manejable, además de que se utiliza con frecuencia en calefacciones de invernaderos.**

## **10. ALTERNATIVA FINAL ELEGIDA**

La finca en la que se realizará el proyecto será la número 323 del polígono 2 del término municipal de Narros (Soria), se realizará la combustión de la biomasa para aportar calor a un invernadero mediante calefacción por convección con tuberías de polietileno. Se quemarán astillas de madera compradas a la empresa soriana Biofor. El calor restante se utilizará para reducir la humedad de la biomasa mediante un secadero de cinta y el CO<sub>2</sub> se introducirá al invernadero para mejorar su productividad o se soltará a la atmósfera.



## ANEJO Nº 3: CONDICIONANTES

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS.....                                               | 2  |
| 1.1. TEMPERATURA.....                                                           | 2  |
| 1.2. PRECIPITACIONES .....                                                      | 3  |
| 1.3. VIENTOS.....                                                               | 3  |
| 1.4. NIEVES Y HELADAS.....                                                      | 5  |
| 1.5. DÍAS SOLEADOS.....                                                         | 6  |
| 1.6. RADIACIÓN SOLAR.....                                                       | 7  |
| 2. CONDICIONANTES LEGALES .....                                                 | 8  |
| 2.1. NORMATIVA A NIVEL EUROPEO / INTERNACIONAL.....                             | 8  |
| 2.2. NORMATIVA A NIVEL NACIONAL.....                                            | 8  |
| 2.2.1. SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES Y EMISIONES .....                              | 8  |
| 2.2.2. APARATOS A PRESIÓN Y TUBERÍAS PARA FLUIDOS RELATIVOS<br>A CALDERAS ..... | 9  |
| 2.2.3. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTALES .....                        | 9  |
| 2.2.4. NORMATIVA SOBRE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....                        | 10 |
| 2.2.5. MÁQUINAS.....                                                            | 10 |

# 1. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS

El clima es el conjunto de condiciones meteorológicas medias que caracterizan a un lugar determinado. En Narros (Soria), lugar de emplazamiento de este proyecto, el clima se define como mediterráneo continentalizado, que se caracteriza por tener veranos cálidos, inviernos fríos con heladas y nevadas esporádicas y precipitaciones máximas en otoño y primavera con una pluviometría de unos 500 - 600 mm anuales.

La estación meteorológica más cercana al emplazamiento del proyecto es la de la ciudad de Soria, situada a 18 km del lugar, y los datos recogidos en este apartado pertenecen a la estación meteorológica de Soria.

## 1.1. TEMPERATURA

Soria es una ciudad característica por su clima frío y sus bajas temperaturas. En las siguientes tablas se recogen las temperaturas máximas y mínimas (absolutas, medias...) y la temperatura media mensual de cada mes en grados centígrados (°C) registradas por meses entre los años 2010 y 2018:

Tabla 1: Temperaturas:

|            | Temp. Máx. absoluta | Temp. Mín. absoluta | Temp. media mensual | Temp. Mín. de las máx. | Temp. Máx. de las mín. | Temp. Máx. media | Temp. Mín. media |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------|
| Enero      | 14                  | -7.2                | 3.6                 | 1.6                    | 5.8                    | 7.7              | -0.5             |
| Febrero    | 17.6                | -6.1                | 4.1                 | 3.5                    | 4.9                    | 10.3             | -0.53            |
| Marzo      | 22.1                | -4.5                | 7.8                 | 5.2                    | 8.1                    | 13.9             | 1.6              |
| Abril      | 24.3                | -2.4                | 9.5                 | 7.1                    | 9                      | 15.6             | 3.4              |
| Mayo       | 28.5                | 6.6                 | 13.4                | 10.6                   | 14.3                   | 19.5             | 7.3              |
| Junio      | 32.9                | 3.8                 | 17.9                | 15.2                   | 17.6                   | 25               | 10.7             |
| Julio      | 35.1                | 6.4                 | 20.3                | 19.4                   | 18                     | 28.2             | 12.4             |
| Agosto     | 35.5                | 7.1                 | 20.1                | 19.5                   | 19.2                   | 28.5             | 12.8             |
| Septiembre | 30.8                | 2.6                 | 16.1                | 14.4                   | 14.6                   | 23.5             | 8.7              |
| Octubre    | 25.2                | -0.3                | 11.9                | 9.8                    | 12.3                   | 17.6             | 6.1              |
| Noviembre  | 19                  | -3.8                | 6.6                 | 4.6                    | 8.7                    | 11               | 2.2              |
| Diciembre  | 14.3                | -6.9                | 3.8                 | 2.3                    | 6.8                    | 8.5              | -0.4             |

Fuente: Meteoblue

La temperatura es un condicionante muy influyente en este proyecto, ya que dependiendo de la temperatura exterior, habrá que aportar más o menos calor al interior del invernadero, cuanto más calor haga, menos calor artificial de la central de biomasa habrá que aportarle, y ese calor se utilizará para secar astillas y venderlas.

## 1.2. PRECIPITACIONES

Soria tiene una pluviometría media anual de unos 500 – 600 mm. Para este proyecto es necesario también conocer las precipitaciones, ya que si se va a utilizar astilla como biomasa y en el lugar hay precipitaciones frecuentes, no se podrán dejar las astillas al aire libre, por lo que habrá que diseñar y construir una nave para su almacenamiento.

En la siguiente tabla se recoge la media mensual de las precipitaciones (en ml) entre 2010 y 2018 por meses:

Tabla 2: Precipitaciones:

| Meses      | Media de precipitación mensual |
|------------|--------------------------------|
| Enero      | 49,1 ml                        |
| Febrero    | 34,8 ml                        |
| Marzo      | 36 ml                          |
| Abril      | 55,8 ml                        |
| Mayo       | 71,8 ml                        |
| Junio      | 40,4 ml                        |
| Julio      | 33,5 ml                        |
| Agosto     | 31 ml                          |
| Septiembre | 37,4 ml                        |
| Octubre    | 61,7 ml                        |
| Noviembre  | 52,2 ml                        |
| Diciembre  | 49,7 ml                        |

Fuente: Meteoblue

En Soria la precipitación está muy distribuida por todos los meses del año, pero sobre todo, cuando más llueve es en primavera y en otoño, los meses con más pluviometría media son mayo y octubre.

Es importante tener en cuenta la precipitación a la hora de elegir elementos y hacer cálculos relacionados con la cubierta de la nave de almacenamiento, con la cubierta de la nave de secado y con la cubierta de la central.

## 1.3. VIENTOS

Soria no se caracteriza por tener vientos demasiado fuertes, pero es importante estudiar su dirección y fuerza, ya que puede tener consecuencias negativas en nuestro proyecto y nos servirá para tener en cuenta las fuerzas a la hora de calcular la estructura de la nave que contendrá la caldera, el secadero y el almacén interior.

La siguiente figura es una rosa de los vientos, que es una figura circular que tiene marcados los 16 rumbos en que se divide la vuelta del horizonte. En ella se indica la dirección del viento gracias al punto cardinal donde está representado, la fuerza del

viento, que viene dada por colores en un rango de entre 0 y 61 Km/h, aunque el máximo representado en la figura es 38 Km/h. Finalmente, el número de horas de viento que soplan al año se representa según la circunferencia. Cuanto más grande sea esta, más horas de viento habrá en esa dirección, comprendidas en un rango de entre 0 y 1000 horas.

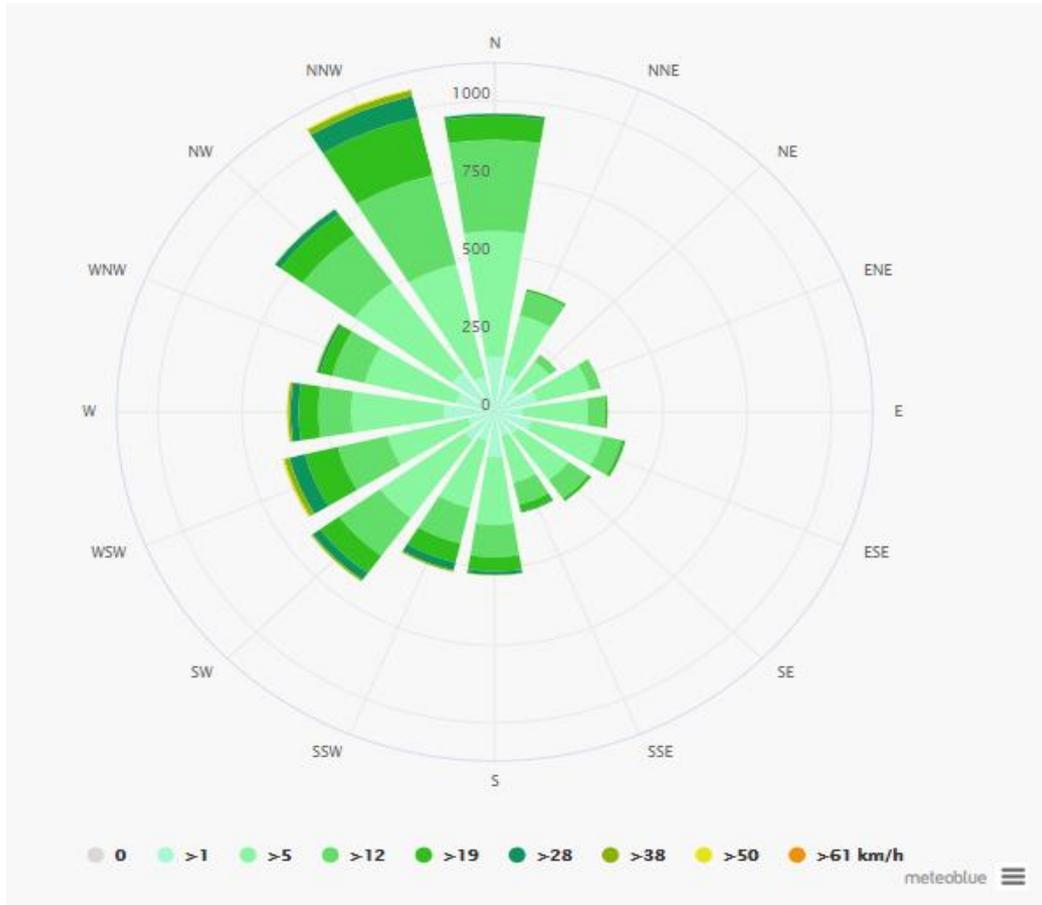


Figura 1: Rosa de los vientos  
Fuente: Meteoblue

Como se puede ver en la rosa de los vientos, la dirección predominante del viento en Soria es el Nornoroeste. Le sigue muy de cerca el Norte y por detrás el Noroeste. El viento sopla por el Nornoroeste más de 1000 horas al año, y a veces con una velocidad de hasta 40 km/h.

Esta información es relevante a la hora de realizar el proyecto porque si el viento sopla con mucha fuerza puede causar daños a las instalaciones y porque si la central en algún momento emite gases debido a la combustión de la biomasa, intentar que éstos no vayan hacia el municipio de Narros, ya que ocasionarían molestias a los habitantes del mismo. Esto no es un problema porque el pueblo se encuentra al Suroeste de la central, y por el Noreste apenas sopla el viento unas 250 horas al año. En caso de emitir algún gas, lo más probable es que se vaya hacia el Sursureste, ya que el punto por el que más sopla el viento es el Nornoroeste, así no se ocasionarían molestias, ya que en esa dirección se encuentra la sierra del Almuerzo.

## 1.4. NIEVES Y HELADAS

Soria es una ciudad con una altitud sobre el nivel del mar considerable (1065 m), por lo que la nieve suele ser frecuente todos los inviernos cada año. En la siguiente tabla se recoge, por meses, la media de los días que nieva cada mes entre los años 2010 y 2018:

Tabla 3: Nieves:

| Meses      | Media de los días de nieve al mes |
|------------|-----------------------------------|
| Enero      | 4,43                              |
| Febrero    | 4                                 |
| Marzo      | 3,07                              |
| Abril      | 1,93                              |
| Mayo       | 0,07                              |
| Junio      | 0                                 |
| Julio      | 0                                 |
| Agosto     | 0                                 |
| Septiembre | 0                                 |
| Octubre    | 0,14                              |
| Noviembre  | 2,57                              |
| Diciembre  | 4                                 |

Fuente: Meteoblue

Como se puede observar en la tabla superior, los meses con más días de nieve son los meses fríos, es decir, invierno y los meses de primavera y otoño cercanos a invierno. Esta información es importante para el diseño de la cubierta de la nave de almacenamiento de la biomasa y de la cubierta de la central, ya que si en el lugar del emplazamiento nieva, la cubierta deberá ser más resistente que si no lo hace, ya que deberá soportar el peso de la nieve.

Otro factor a tener en cuenta son las heladas, muy frecuentes en la provincia de Soria en los meses fríos. En la siguiente tabla se recoge una media de días que hiela cada mes entre los años 2010 y 2018:

Tabla 4: Heladas

| Meses      | Media de los días de heladas al mes |
|------------|-------------------------------------|
| Enero      | 18,3                                |
| Febrero    | 14,6                                |
| Marzo      | 10,2                                |
| Abril      | 4,7                                 |
| Mayo       | 0,5                                 |
| Junio      | 0                                   |
| Julio      | 0                                   |
| Agosto     | 0                                   |
| Septiembre | 0,14                                |

|           |      |
|-----------|------|
| Octubre   | 1,5  |
| Noviembre | 9,2  |
| Diciembre | 19,3 |

Fuente: Meteoblue

Como se puede comprobar en la tabla anterior, las heladas están presentes en la mayoría de meses del año, pero son mucho más frecuentes en los meses fríos de invierno y los cercanos al mismo. Los únicos meses libres de heladas en Soria son junio, julio y agosto.

Esta información puede ser relevante ya que si la temperatura está por debajo de cero, los conductos del agua de la central se podrían congelar en el caso de que las temperaturas fueran extremadamente bajas, además de que habrá que aportar más calor al invernadero y al secadero de biomasa.

## 1.5. DÍAS SOLEADOS

Este factor es muy importante conocerlo, ya que los días soleados habrá que aportar menos calor al invernadero, por lo que el calor producido por la combustión de biomasa, se aportará en su totalidad al secadero de biomasa, para venderla y obtener más beneficios.

En la siguiente tabla se recoge la media de días soleados, parcialmente nublados y nublados por meses:

Tabla 5: Días soleados:

| Meses      | Días soleados | Días parcialmente nublados | Días nublados |
|------------|---------------|----------------------------|---------------|
| Enero      | 7             | 12.8                       | 11.2          |
| Febrero    | 7             | 12.4                       | 8.9           |
| Marzo      | 9.3           | 13.1                       | 8.6           |
| Abril      | 5.8           | 14.8                       | 9.4           |
| Mayo       | 5.3           | 17                         | 8.7           |
| Junio      | 9             | 17.2                       | 3.8           |
| Julio      | 14.9          | 14.5                       | 1.6           |
| Agosto     | 13.9          | 14.9                       | 2.2           |
| Septiembre | 10.4          | 14.6                       | 5             |
| Octubre    | 8             | 13.6                       | 9.4           |
| Noviembre  | 7.3           | 11.6                       | 11.1          |
| Diciembre  | 6.9           | 11.8                       | 12.3          |

Fuente: Meteoblue

Como se puede ver en la tabla, en Soria hay bastantes días soleados y parcialmente nublados, lo que significa que es bueno para el invernadero, ya que cuanto más sol haya, menos calor le tendremos que aportar.

## 1.6. RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar incidente es un elemento importante en este proyecto, ya que dependiendo de la radiación, habrá que aportar más o menos calor al invernadero. Los meses de verano son los que más radiación solar tienen y no es necesario el aporte de calor al invernadero, ya que hay un gran nivel de radiación. Los meses de invierno son los que tienen una radiación solar más baja, por lo que necesitarán más aporte de calor por parte de la central de biomasa.

En la siguiente tabla se recogen las radiaciones máxima, mínima y media de cada mes, en W/m<sup>2</sup>:

Tabla 6: Radiación solar

| Meses      | Radiación mensual máxima (W/m <sup>2</sup> ) | Radiación mensual mínima (W/m <sup>2</sup> ) | Radiación media mensual (W/m <sup>2</sup> ) |
|------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Enero      | 479                                          | 370                                          | 424                                         |
| Febrero    | 658                                          | 485                                          | 571                                         |
| Marzo      | 842                                          | 665                                          | 753                                         |
| Abril      | 959                                          | 847                                          | 903                                         |
| Mayo       | 1012                                         | 962                                          | 987                                         |
| Junio      | 1019                                         | 1013                                         | 1014                                        |
| Julio      | 1015                                         | 977                                          | 996                                         |
| Agosto     | 975                                          | 880                                          | 927                                         |
| Septiembre | 876                                          | 726                                          | 801                                         |
| Octubre    | 720                                          | 536                                          | 628                                         |
| Noviembre  | 530                                          | 394                                          | 462                                         |
| Diciembre  | 391                                          | 360                                          | 379                                         |

Fuente: Meteoblue

Los meses de verano son los que más radiación solar tienen, por lo que casi no habrá que aportar calor al invernadero durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, derivando todo el calor para el secadero de biomasa y obteniendo así más beneficios gracias a las astillas secas.

## **2. CONDICIONANTES LEGALES**

Las normativas más relevantes de aplicación en este proyecto son las siguientes:

### **2.1. NORMATIVA A NIVEL EUROPEO / INTERNACIONAL**

- Directiva (UE) 2018/2001 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Directiva (UE) 2018/844 del parlamento europeo y del consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.
- Directiva (UE) 2018/2002 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.
- Norma UNE EN ISO 17225-2 sobre especificaciones técnicas relativas a biocombustibles sólidos.
- Norma UNE EN 303-5:2013 de calderas especiales para combustibles sólidos de carga manual y automática y potencia útil hasta 500 KW.
- Norma UNE EN 100030:2017 de prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.

### **2.2. NORMATIVA A NIVEL NACIONAL**

#### **2.2.1. SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES Y EMISIONES**

- Plan de energías renovables (PER 2011-2020).
- Plan nacional de acción de eficiencia energética 2017-2020.
- Orden PRE/472/2004 de 24 de febrero, por la que se crea la comisión interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa.
- Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.
- RD 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, donde por primera vez se obliga a instalar energías renovables en toda nueva edificación. Las calderas de biomasa para ACS y calefacción son aceptadas.
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

## **2.2.2. APARATOS A PRESIÓN Y TUBERÍAS PARA FLUIDOS RELATIVOS A CALDERAS**

- Reglamento de aparatos a presión. Aprobado según Real Decreto 1244/1979 de fecha 4 de Abril.
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión, relativa a Calderas (vapor o aceite térmico), Economizadores, Precalentadores de Agua, sobrecalentadores y Recalentadores de vapor. Aprobada según orden del 17 de Marzo de 1981. Modificada según orden del 28 de marzo de 1985.
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP2 del Reglamento de Aparatos a Presión, relativa a Tuberías para Fluidos Relativos a Calderas. Aprobada según orden del 6 de Octubre de 1980.

## **2.2.3. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTALES**

- Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.
- Real Decreto 1073/02, de 18 de octubre, de evaluación y gestión de la calidad del aire.
- Ley 31/1195, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y disposiciones asociadas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP), actividad clasificada con el número 511-13 (Central termoeléctrica a vapor).
- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.
- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.
- Real Decreto 547/1979, de 20 de febrero, de modificación del Decreto 833/75, de 6 de febrero.
- Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas. Modificado por el Real Decreto 1154/1986, de 11 de abril. BOE 146, de 19.6.1986. Incorpora Directiva 80/779, de 15 de julio.
- Real Decreto 717/1987, de 27 de mayo, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de nitrógeno y plomo. BOE 135, de 6.6.1987. Incorpora Directivas 82/884, de 3 de diciembre, 85/203, de 7 de marzo, y 85/580, de 20 de diciembre.
- Orden de 18 de octubre de 1976 sobre prevención y corrección de la contaminación industrial de la atmósfera.

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

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por la que se aprueba el Código técnico de la edificación.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por la que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de Edificación, condiciones de Protección Contra Incendios (NBE-CPI-1996).
- Real Decreto 1942/1993 (B.O.E. del 14 de diciembre), por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de protección contra Incendios (R.I.I.).
- Normas Técnicas CEPREVEN para instalaciones de protección contra incendios.

#### **2.2.5. MÁQUINAS**

- Real Decreto 1435/1992, de 27 de Noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 56/1995, de 20 de Enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de Noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas.



## **ANEJO Nº 4: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

|                                                                                |   |
|--------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA 323 DEL<br>POLÍGONO 2..... | 2 |
| 2. DIMENSIONES Y MATERIALES DEL INVERNADERO .....                              | 3 |
| 3. PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DEL INVERNADERO .....                                  | 4 |
| 4. RADIACIÓN SOLAR QUE INCIDE SOBRE EL INVERNADERO .....                       | 5 |

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2

El invernadero sobre el que se basa la optimización de la producción de este proyecto se encuentra en la parcela 323 del polígono 2, en Narros (Soria). Esta parcela es propiedad del promotor del proyecto, por esa razón se va a implantar aquí la central de biomasa para la optimización del invernadero, para reducir costes y pérdidas de energía.

Es una parcela de terreno rústico y uso agrario, con una superficie gráfica total de 42.458 m<sup>2</sup>, la cual se divide en dos partes. La parte "b" tiene una denominación de erial a pastos, es decir, una zona que no está cultivada y tiene una superficie de 4.218 m<sup>2</sup>.

La parte "a" ocupa una superficie total de 35.392 m<sup>2</sup>, la cual tiene un aprovechamiento de labor. A su vez, esta parte "a" está formada por dos fragmentos, la parte en la que se encuentra el invernadero, la cual está en azul en la imagen y cuenta con una superficie de 12.000 m<sup>2</sup> (1,2 hectáreas) y el resto de la parcela, en la que se cultivan cereales en seco, la cual tiene 23.392 m<sup>2</sup>.

La parte de delante del invernadero está pavimentada con cemento para poder entrar con camiones cuando sea la cosecha o cuando se tenga que traer abono u otros productos.

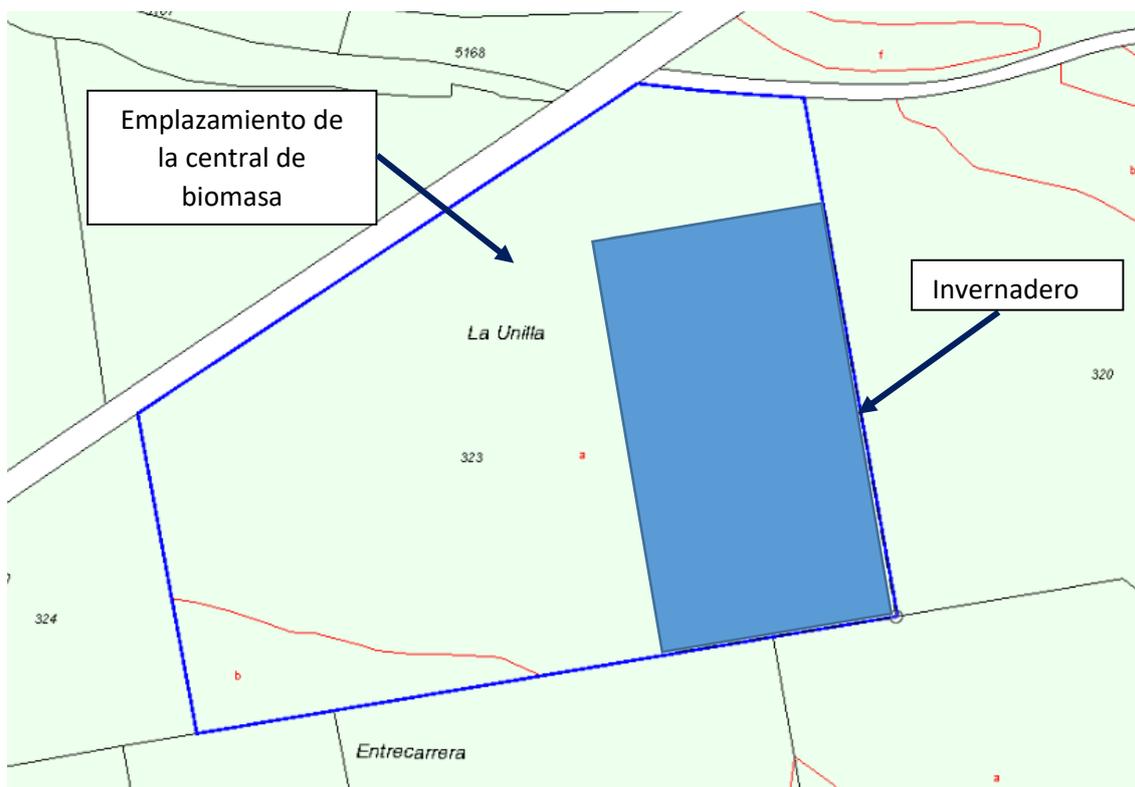


Figura 1: Situación actual de la parcela 323  
Fuente: Sede electrónica del catastro

## 2. DIMENSIONES Y MATERIALES DEL INVERNADERO

El invernadero sobre el que se basa este proyecto tiene una superficie total de 12.000 metros cuadrados (1,2 hectáreas). Tiene 150 metros de largo y 80 metros de ancho.

Se divide a lo largo por 20 pasillos de 4 metros de ancho por 5 metros de alto. Cada pasillo está cubierto por una cubierta a dos aguas de 1 metro de alto desde el punto más elevado de la pared, es decir, que los tejadillos tienen una pendiente del 50%.

El invernadero tiene 150 metros de largo, 80 metros de ancho y de alto depende, la altura mínima son 5 metros y la máxima 6 metros, eso depende de los tejados que forman los pasillos. Esto hace que el invernadero tenga un volumen de 67.200 m<sup>3</sup>, un dato que es de interés conocer para saber qué cantidad de CO<sub>2</sub> producido por la central de biomasa, es conveniente introducir en el invernadero para la optimización de la producción hortícola.

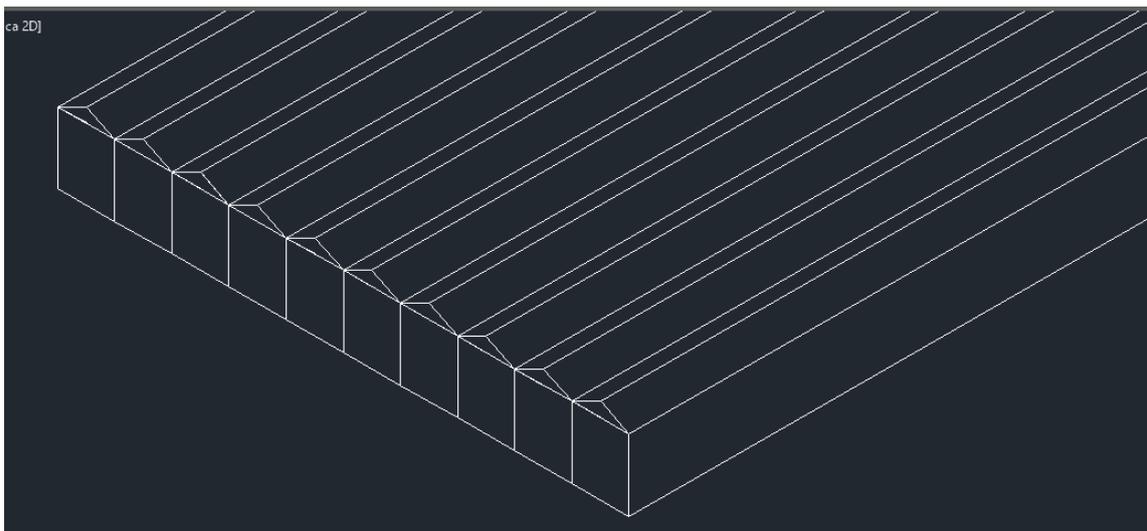


Figura 2: Estructura del invernadero  
Fuente: AutoCad (elaboración propia)

En la imagen superior se puede apreciar la estructura que tiene el invernadero. Se ha utilizado el programa AutoCad para su realización. Sólo se han representado 10 pasillos de los 20 que tiene en total el invernadero, es para que se pueda apreciar con más claridad la estructura que tiene el mismo.

Como se puede ver, la estructura está formada por pasillos de 4 metros de ancho, 5 metros de alto y 150 metros de largo. Cada pasillo tiene un tejado a dos aguas de un metro de alto, con una pendiente del 50%.

La ubicación del invernadero es Norte - Sur, es decir, que según la imagen del apartado anterior, la parte superior es la entrada del invernadero y está mirando hacia el norte.

La estructura del invernadero está formada por pilares y vigas de acero de IPN 80 y una cimentación con zapatas aisladas de 0,5 por 0,5 por 0,6 metros. Cuenta con 25 pórticos y una separación de 6,25 metros entre ellos.

Los cerramientos de la estructura de acero están contruidos con grandes planchas de policarbonato translúcido de 16 mm de grosor colocadas sobre la estructura. La superficie total cubierta por el policarbonato translúcido es de 14.646,4 m<sup>2</sup>.

### 3. PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DEL INVERNADERO

El invernadero se dedica a la producción hortícola, y gracias a él se pueden producir alimentos de cultivos que no podrían ser capaces de desarrollarse en épocas desfavorables en la provincia de Soria debido al clima.

El cultivo principal del invernadero son tomates, cuyo ciclo de cultivo tiene una duración de 120 días en total, es decir, unos 4 meses y abarca desde que se trasplanta la pequeña plántula hasta que se pueden recoger los tomates ya maduros.

En este invernadero lo que se hace es empezar el primer cultivo de tomates a principios de febrero, para recogerlos a finales de mayo. En junio se retiran las plantas de tomate ya secas y se hacen las labores del suelo, para iniciar un nuevo ciclo de cultivo a principios de julio y cosechar los tomates a finales de octubre. En noviembre se deja descansar a la tierra y en diciembre y enero el cultivo que se implanta dentro del invernadero es el de las lechugas, cuyo ciclo vegetativo dura 60 días, es decir, 2 meses. En febrero se vuelve a iniciar el cultivo de los tomates, cerrando así el ciclo anual.

Ciclo anual del invernadero:

| Mes     | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cultivo | T   | T   | T   | T   | D   | T   | T   | T   | T   | D   | L   | L   |

T – Cultivo de tomates

D – Descanso de la tierra (retirada de plantas secas y abonado del suelo)

L – Cultivo de lechugas

Las plantas de tomates, al igual que las de lechugas se sitúan en el propio suelo del invernadero, no elevado sobre plataforma. Las tomateras están colocadas en espaldera y se dispone de riego por goteo en todo el invernadero.

Actualmente, con el cultivo de tomates se obtienen unos beneficios de 17.500 € y con el cultivo de lechugas se obtienen 7.500 €. Con la mejora que se va a implantar gracias al presente proyecto, se prevén unos beneficios extras de 10.000 € (7.000 de los tomates y 3.000 de las lechugas).

## 4. RADIACIÓN SOLAR QUE INCIDE SOBRE EL INVERNADERO

El invernadero, actualmente, no cuenta con ningún aporte de energía extra. Solamente cuenta con la energía que llega del sol, es decir, la radiación solar.

Este dato es necesario conocerlo para poder restar esta radiación solar a las necesidades energéticas del invernadero, ya que es la única fuente de calor con la que se cuenta, por eso se necesita este proyecto, porque las necesidades energéticas superan a los aportes energéticos, que en este caso, de momento, sólo es la radiación solar que incide sobre el invernadero.

La radiación solar diaria que llega, de media, al invernadero, es la siguiente:

Tabla 1: Radiación neta diaria media

| Mes        | Radiación media diaria incidente (W/m <sup>2</sup> ) | Media de horas diarias de radiación (h) | Radiación neta diaria media (Wh) |
|------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|
| Enero      | 424,5                                                | 4,7                                     | 2.896.957,8                      |
| Febrero    | 571,5                                                | 5,5                                     | 4.564.000                        |
| Marzo      | 753,5                                                | 6,8                                     | 7.439.757,6                      |
| Abril      | 903                                                  | 8                                       | 10.489.248                       |
| Mayo       | 987,5                                                | 10,2                                    | 14.625.270                       |
| Junio      | 1014,5                                               | 11,9                                    | 17.529.342,6                     |
| Julio      | 996                                                  | 12,5                                    | 18.077.400                       |
| Agosto     | 927,5                                                | 11,5                                    | 15.487.395                       |
| Septiembre | 801                                                  | 9,6                                     | 11.165.300                       |
| Octubre    | 628                                                  | 7,1                                     | 6.474.177,6                      |
| Noviembre  | 462                                                  | 4,8                                     | 3.219.955,2                      |
| Diciembre  | 379,5                                                | 4,7                                     | 2.589.859,8                      |

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la radiación diaria que incide sobre el invernadero de media hay que tener en cuenta la radiación media diaria, que se mide en vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>), es decir, son los vatios que llegan de media por cada segundo, ya que los vatios

equivalen a julios por segundo. Es una media de todas las horas de radiación al día, ya que en las horas del mediodía hay mucha más radiación que el resto de horas, pero se hace una media para que se pueda hacer de los días y no de las horas.

Para calcular la radiación que incide sobre el invernadero cada día de media se han de multiplicar la radiación media diaria, la superficie del invernadero, que son 12.000 m<sup>2</sup> y las horas de radiación diarias que tiene, de media, ese mes.

Pero hay que tener en cuenta las pérdidas, ya que de toda esa radiación sólo se puede aprovechar el 12,1%, es decir, la radiación neta se considera ese 12,1% de la radiación que incide, ya que hay que tener en cuenta las pérdidas por radiación y por sombras, y que la radiación directa se produce sobre el invernadero.

Esta información está obtenida del libro “Ahorro y eficiencia energética en invernaderos”, redactado por Diego L. Valera, Francisco D. Molina y Antonio J. Álvarez, de la Universidad de Almería con la colaboración del Departamento de Biomasa del CENER para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Para comprobar los cálculos realizados, se ponen los ejemplos de los meses de enero y julio, es decir, un mes frío y otro caluroso para describir dichos cálculos.

El siguiente ejemplo representa al mes de enero:

$$424,5 \frac{W}{m^2} * 12.000 m^2 * 4,7 h = 23.941.800 Wh$$

La radiación que llega al momento, de media, en el mes de enero es de 424,5 W/m<sup>2</sup>, y esto quiere decir que de media están llegando al invernadero 424,5 julios cada segundo por metro cuadrado en el mes de enero. Si lo multiplicamos por la superficie del invernadero, que son 12.000 m<sup>2</sup> y por las horas de radiación medias que hay al día en enero, obtenemos los vatios hora (Wh) que aporta el sol, pero como se ha citado anteriormente, la radiación neta, es decir, la que se puede aprovechar sólo es el 12,1% de toda esa radiación incidente porque hay que tener en cuenta muchos factores.

Por lo que para calcular la radiación neta habrá que hacer el 12,1% de la radiación incidente:

$$12,1 \% \text{ de } 23.941.800 = 2.896.957,8 Wh$$

El resultado que da son casi tres millones de vatios, que es la radiación neta media diaria que llega al invernadero en enero, contando con las pérdidas.

Para el mes de julio los cálculos son iguales, pero la radiación es mucho mayor:

INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  
EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO  
2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA)

$$996 \frac{W}{m^2} * 12.000 m^2 * 12,5 h = 149.400.000 Wh$$

$$12,1 \% \text{ de } 149.400.000 = 18.077.400 Wh$$

En el caso del mes de julio la radiación incidente es mucho mayor y las horas de radiación también son más. Teniendo en cuenta las pérdidas, la radiación neta diaria media que llega al invernadero en el mes de julio son algo más de 18 millones de vatios hora.



## **ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DEL INVERNADERO**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. FÓRMULAS QUE SE HAN UTILIZADO PARA EL CÁLCULO .....                          | 2  |
| 2. RADIACIÓN QUE LLEGA AL INVERNADERO.....                                      | 3  |
| 3. NECESIDADES ENERGÉTICAS DEL INVERNADERO .....                                | 5  |
| 3.1. NECESIDADES DIURNAS.....                                                   | 6  |
| 3.2. NECESIDADES NOCTURNAS .....                                                | 8  |
| 4. APORTE DE CALOR POR PARTE DE LA CALDERA PARA CUBRIR LAS<br>NECESIDADES ..... | 9  |
| 4.1. APORTES DIURNOS.....                                                       | 10 |
| 4.2. APORTES NOCTURNOS .....                                                    | 11 |

# 1. FÓRMULAS QUE SE HAN UTILIZADO PARA EL CÁLCULO

El invernadero, dependiendo de la época del año que sea, necesitará más o menos aporte de calor, ya que en verano, por ejemplo, al haber una alta temperatura en el exterior, casi no necesitará aporte de calor, y se utilizará la energía para secar las astillas de biomasa, es decir, la materia prima de la central.

Para empezar, se han tenido que calcular las necesidades energéticas por meses del invernadero gracias a la ecuación de transmisión del calor suponiendo que dentro del invernadero tiene que haber una temperatura de 20-25 °C por el día y 15-18 °C por la noche, ya que el tomate es un cultivo que requiere una variación entre la temperatura diurna y nocturna de aproximadamente 6-7 °C.

Para calcular la energía que necesita diariamente cada mes, se ha tomado la temperatura media mensual diurna y nocturna para todos los días de cada mes y con la expresión de pérdida de calor por convección y conducción se calculan las necesidades medias de los días de cada mes.

La ecuación es la siguiente:

$$Q_{cc} = S_d * K_{cc} * (t_i - t_e) \text{ (W)}$$

Donde  $Q_{cc}$  es la energía que necesita el invernadero (en vatios),  $S_d$  es la superficie del material de cierre del invernadero (14.646,4 m<sup>2</sup>), y  $t_i$  y  $t_e$  son las temperaturas interior y exterior (en °C).

$K_{cc}$  es la transmitancia o coeficiente global (en W/m<sup>2</sup>\*K) y se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_{cc} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_c}{\lambda_c} + \frac{1}{h_e}} \text{ (W/m}^2 \text{ * K)}$$

Donde  $h_i$  y  $h_e$  son dos constantes que valen 7,2 y 22,4 (en W/m<sup>2</sup>\*K),  $e_c$  es el espesor del material del invernadero (0,016 m) y  $\lambda_c$  es la conductividad térmica del material del invernadero, que en este caso es policarbonato y equivale a 0,2 W/m<sup>2</sup>\*K.

Con todos estos datos se han podido calcular las necesidades energéticas del invernadero, pero estas hay que multiplicarlas por las horas de luz y por las horas de oscuridad, ya los vatios (W) es una unidad de potencia, y equivale a un julio por segundo (J/s), es decir, los julios que necesita el invernadero en ese preciso instante. Si esa unidad se multiplica por unas determinadas horas, es decir, por una unidad de tiempo, se obtienen vatios hora (Wh), que es en las unidades que se van a trabajar para calcular las necesidades energéticas del invernadero.

A estos vatios hora que necesita el invernadero hay que restarles la radiación solar, que tendrá que estar en las mismas unidades. La radiación solar se da en vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ), es decir, esa radiación es la que está llegando en ese determinado momento, que habrá que multiplicarla por las horas de radiación solar que inciden al día sobre el invernadero y multiplicarlo también por la superficie del invernadero, para así trabajar en vatios hora (Wh), las mismas unidades que se han utilizado para las necesidades energéticas del invernadero.

Las necesidades energéticas del invernadero menos la radiación solar incidente dará como resultado el calor que se debe aportar gracias a la caldera de biomasa. Estas cuentas se harán para cada mes, una diurna y una nocturna, pero se hará una media para cada mes, ya que si varía algo en el momento, se podrá aportar más o menos calor.

## 2. RADIACIÓN QUE LLEGA AL INVERNADERO

El invernadero, actualmente, no cuenta con ningún aporte de energía extra. Solamente cuenta con la energía que llega del sol, es decir, la radiación solar.

Este dato es necesario conocerlo para poder restar esta radiación solar a las necesidades energéticas del invernadero, ya que es la única fuente de calor con la que se cuenta, por eso se necesita este proyecto, porque las necesidades energéticas superan a los aportes energéticos, que en este caso, de momento, sólo es la radiación solar que incide sobre el invernadero.

Para calcular la radiación neta que llega de media al día al invernadero hay que tener en cuenta la radiación media diaria, que se mide en vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ), es decir, son los vatios que llegan de media por cada segundo, ya que los vatios equivalen a julios por segundo. Es una media de todas las horas de radiación al día, porque como es lógico, en las horas del mediodía hay mucha más radiación que el resto de horas, pero se hace una media para que se pueda hacer de los días y no de las horas.

Para calcular la radiación que incide sobre el invernadero cada día de media se han de multiplicar la radiación media diaria, la superficie del invernadero, que son 12.000  $m^2$  y las horas de radiación diarias que tiene, de media, ese mes.

Hay que tener en cuenta las pérdidas de la radiación que incide sobre el invernadero, por lo tanto la radiación neta sólo es el 12,1% de la radiación total que incide.

En los siguientes ejemplos se pueden comprobar los cálculos que se han realizado para la determinación de la radiación neta. Se han puesto de ejemplos los meses de

diciembre y junio, uno frío y otro caluroso para comprobar la diferencia tan grande que existe.

Para el mes de diciembre los cálculos son los siguientes:

$$379,5 \frac{W}{m^2} * 12.000 m^2 * 4,7 h = 21.403.800 Wh$$

La radiación que llega al momento, de media, en el mes de diciembre es de 379,5 W/m<sup>2</sup>, y esto quiere decir que de media están llegando al invernadero 379,5 julios cada segundo por metro cuadrado en el mes de diciembre. Si lo multiplicamos por la superficie del invernadero, que son 12.000 m<sup>2</sup> y por las horas de radiación medias que hay al día en diciembre, se obtienen los vatios hora (Wh) que aporta el sol, pero como se ha citado anteriormente, la radiación neta, es decir, la que se puede aprovechar sólo es el 12,1% de toda esa radiación incidente porque hay que tener en cuenta muchos factores.

Por lo que para calcular la radiación neta hay que hacer el 12,1% de la radiación incidente:

$$12,1 \% \text{ de } 21.403.800 = 2.589.859,8 Wh$$

El resultado que da son dos millones y medio de vatios, que es la radiación neta media diaria que llega al invernadero en diciembre, contando con las pérdidas.

Para el mes de junio los cálculos son iguales, pero la radiación es mucho mayor:

$$1014,5 \frac{W}{m^2} * 12.000 m^2 * 11,9 h = 144.870.600 Wh$$

$$12,1 \% \text{ de } 144.870.600 = 17.529.342,6 Wh$$

En el caso del mes de junio la radiación incidente es mucho mayor y las horas de radiación también son muchas más. Teniendo en cuenta las pérdidas, la radiación neta diaria media que llega al invernadero en el mes de junio son algo más de 17 millones y medio de vatios hora.

Haciendo estos cálculos con todos los meses del año se puede calcular la radiación neta diaria media de cada mes gracias a la radiación media diaria incidente, a la media de horas diarias de radiación y a la superficie del invernadero.

En la siguiente tabla se puede comprobar la radiación de todos los meses del año calculados de la forma anterior.

Tabla 1: Radiación que llega al invernadero

| Mes        | Radiación media diaria incidente (W/m <sup>2</sup> ) | Media de horas diarias de radiación (h) | Radiación neta diaria media (Wh) |
|------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|
| Enero      | 424,5                                                | 4,7                                     | 2.896.957,8                      |
| Febrero    | 571,5                                                | 5,5                                     | 4.564.000                        |
| Marzo      | 753,5                                                | 6,8                                     | 7.439.757,6                      |
| Abril      | 903                                                  | 8                                       | 10.489.248                       |
| Mayo       | 987,5                                                | 10,2                                    | 14.625.270                       |
| Junio      | 1014,5                                               | 11,9                                    | 17.529.342,6                     |
| Julio      | 996                                                  | 12,5                                    | 18.077.400                       |
| Agosto     | 927,5                                                | 11,5                                    | 15.487.395                       |
| Septiembre | 801                                                  | 9,6                                     | 11.165.300                       |
| Octubre    | 628                                                  | 7,1                                     | 6.474.177,6                      |
| Noviembre  | 462                                                  | 4,8                                     | 3.219.955,2                      |
| Diciembre  | 379,5                                                | 4,7                                     | 2.589.859,8                      |

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se han calculado las radiaciones netas diarias medias de cada mes del año, aplicadas ya las pérdidas, es decir, el 12,1% de la radiación incidente.

Dichas radiaciones se han calculado para poder restarlas a las necesidades energéticas del invernadero y saber el calor que habría que aportar a partir de la biomasa.

### 3. NECESIDADES ENERGÉTICAS DEL INVERNADERO

El invernadero necesita calor para que las plantas de su interior se puedan desarrollar adecuadamente. En este apartado se van a calcular las necesidades energéticas del invernadero, pero se van a dividir en necesidades diurnas y nocturnas, ya que las plantas, cuando hay luz necesitan una temperatura y cuando hay oscuridad necesitan otra más baja. Además, para calcular más tarde el aporte que hay que hacer de calor al invernadero gracias a la biomasa, a las necesidades diurnas habrá que restarles el aporte de la radiación neta que llega del sol y a las necesidades nocturnas no, por lo que serán más elevadas.

### 3.1. NECESIDADES DIURNAS

Para poder calcular la energía que necesita el invernadero de día cada mes del año, se han tenido que calcular las necesidades energéticas por meses del invernadero gracias a la ecuación de transmisión del calor suponiendo que dentro del invernadero tiene que haber una temperatura de 20-23 °C por el día y 15-16 °C por la noche, ya que el tomate es un cultivo que requiere una variación entre la temperatura diurna y nocturna de aproximadamente 5-6 °C.

Para calcular la energía que necesita el invernadero cuando hay luz del sol diariamente cada mes, se ha tomado la temperatura media mensual diurna, y con la expresión de pérdida de calor por convección y conducción se calculan las necesidades medias de los días de cada mes.

La ecuación es la siguiente:

$$Q_{CC} = S_d * K_{CC} * (t_i - t_e) \text{ (W)}$$

Donde  $Q_{CC}$  es la energía que necesita el invernadero (en vatios),  $S_d$  es la superficie del material de cierre del invernadero (14.646,4 m<sup>2</sup>), y  $t_i$  y  $t_e$  son las temperaturas interior y exterior (en °C).

$K_{CC}$  es la transmitancia o coeficiente global (en W/m<sup>2</sup>\*K) y se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_{CC} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_c}{\lambda_c} + \frac{1}{h_e}}$$

Donde  $h_i$  y  $h_e$  son dos constantes que valen 7,2 y 22,4 (en W/m<sup>2</sup>\*K),  $e_c$  es el espesor del material del invernadero (0,016 m) y  $\lambda_c$  es la conductividad térmica del material del invernadero, que en este caso es policarbonato y equivale a 0,2 W/m<sup>2</sup>\*K.

Para poner un ejemplo y observar cómo se ha realizado el cálculo, voy a poner el ejemplo del mes de mayo:

$$K_{CC} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_c}{\lambda_c} + \frac{1}{h_e}} = \frac{1}{\frac{1}{7,2} + \frac{0,016}{0,2} + \frac{1}{22,4}} = 3,7946 \text{ W/m}^2 * K$$

$$Q_{CC} = S_d * K_{CC} * (t_i - t_e) = 14.646,4 * 3,7946 * (20 - 18,8) = 66.692,67 \text{ W}$$

Mayo tiene una temperatura media de las horas en las que hay luz de 18,8 °C y la temperatura que necesita el invernadero cuando hay luz es de 20 °C. Hay que restar la temperatura que necesita el interior del invernadero ( $t_i$ ) menos la temperatura exterior ( $t_e$ ) y multiplicarlo por la transmitancia del invernadero ( $K_{cc}$ ) y a la superficie de cierre del invernadero ( $S_d$ ), que son 14.646,4 m<sup>2</sup>.

Esta energía resultante son los julios por segundo que necesita el invernadero, pero hay que multiplicarlo por las horas de luz que hay al día para obtener los vatios hora y saber cuánta energía necesita el invernadero al día.

$$66.692,67 W * 14,5 h = 967.043,8 Wh$$

El resultado obtenido en la operación es la energía total (en vatios hora) que necesita el invernadero, de media, un día de mayo solamente cuando hay luz solar, ya que mayo cuenta, de media, con 14,5 horas de sol en un día.

Se han realizado los cálculos con todos los meses y los resultados son los siguientes:

Tabla 2: Energía media que necesita el invernadero de día

| Mes        | Temperatura media mensual diaria (°C) | Horas medias de luz al día (h) | Energía media que necesita el invernadero de día (Wh) |
|------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Enero      | 6,3                                   | 9,5                            | 7.233.376,41                                          |
| Febrero    | 6,8                                   | 10,3                           | 7.556.280,1                                           |
| Marzo      | 8,1                                   | 11,4                           | 7.539.606,94                                          |
| Abril      | 11,3                                  | 13,4                           | 6.479.193,4                                           |
| Mayo       | 18,8                                  | 14,5                           | 967.043,8                                             |
| Junio      | 21,7                                  | 15,1                           | No necesita                                           |
| Julio      | 23,5                                  | 14,8                           | No necesita                                           |
| Agosto     | 22,3                                  | 13,4                           | No necesita                                           |
| Septiembre | 18,7                                  | 12,1                           | 874.229,82                                            |
| Octubre    | 12,1                                  | 10,3                           | 4.522.319,16                                          |
| Noviembre  | 9,2                                   | 9,6                            | 5.762.247,15                                          |
| Diciembre  | 6,5                                   | 9,1                            | 6.827.662,6                                           |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla superior se puede comprobar la energía media que necesita el invernadero en las horas en las que hay luz solar. En los meses de junio, julio y agosto no necesita nada de energía porque la temperatura que hay en el exterior es superior a la que hay en el interior, además del aporte de la radiación solar, sobraría energía y habría que ventilar en invernadero para no aumentar demasiado la temperatura del interior.

### 3.2. NECESIDADES NOCTURNAS

Para calcular las necesidades energéticas nocturnas del invernadero se utilizará la fórmula anterior, igual que en las necesidades diurnas, pero en este caso la temperatura interior tiene que ser de 15 °C en vez de 20, ya que por la noche a las plantas no les hace falta tanta temperatura. En este caso, las necesidades serán igual a los aportes, ya que por las noches no hay ningún aporte extra, al contrario que por el día, que aporta mucha energía la radiación solar.

Las fórmulas que se utilizarán para el cálculo de las necesidades energéticas nocturnas del invernadero son las siguientes:

$$Q_{CC} = S_d * K_{CC} * (t_i - t_e) \text{ (W)}$$

$$K_{CC} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_c}{\lambda_c} + \frac{1}{h_e}}$$

Son las mismas fórmulas que en las necesidades diurnas y están explicadas en el apartado número uno del presente anejo.

Para poner un ejemplo de cómo se han realizado los cálculos, a continuación se presenta el ejemplo del mes de octubre:

$$Q_{CC} = S_d * K_{CC} * (t_i - t_e) = 14.646,4 * 3,7946 * (15 - 3,1) = 661.369,03 \text{ W}$$

$$661.369,03 \text{ W} * 13,7 \text{ h} = 9.060.755,7 \text{ Wh}$$

Las horas nocturnas del mes de octubre tienen una temperatura media de 3,1°C y la temperatura que hace falta por las noches en el invernadero es de 15°C. Con esas temperaturas se calculan los vatios que necesita el invernadero, pero son julios por segundo, así que hay que multiplicarlo por las horas de oscuridad que tiene de media el mes de octubre, para que el resultado quede en vatios hora, y octubre tiene de media 13,7 horas de oscuridad al día.

Las noches de octubre necesitarán 9 MWh, y como la caldera tiene 2 MW de potencia, harán falta 4 horas y media para calentar toda el agua necesaria para mantener la temperatura constante durante toda la noche.

Se han realizado los cálculos con todos los meses y los resultados son los siguientes:

Tabla 3: Energía media que necesita el invernadero de noche

| Mes        | Temperatura media mensual nocturna (°C) | Horas medias de oscuridad al día (h) | Energía media que necesita el invernadero de noche (Wh) |
|------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Enero      | -1,4                                    | 14,5                                 | 13.216.265,16                                           |
| Febrero    | -0,9                                    | 13,7                                 | 12.106.387,9                                            |
| Marzo      | 1,8                                     | 12,6                                 | 9.243.604,8                                             |
| Abril      | 4,1                                     | 10,6                                 | 6.421.393,09                                            |
| Mayo       | 7,3                                     | 9,5                                  | 4.065.474,33                                            |
| Junio      | 9,8                                     | 8,9                                  | 2.572.114,18                                            |
| Julio      | 11,2                                    | 9,2                                  | 1.942.980                                               |
| Agosto     | 10,2                                    | 10,6                                 | 2.827.769,4                                             |
| Septiembre | 7,1                                     | 11,9                                 | 5.224.815,34                                            |
| Octubre    | 3,1                                     | 13,7                                 | 9.060.755,7                                             |
| Noviembre  | 1,3                                     | 14,4                                 | 10.964.275,82                                           |
| Diciembre  | -1,1                                    | 14,9                                 | 13.332.421,57                                           |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede comprobar la energía media que necesita el invernadero en las horas en las que no hay luz solar. Los meses que menos energía necesita el invernadero por las noches es en verano, aunque habrá noches en que la temperatura exterior sea mayor de 15°C y no hará falta aporte de energía. En todas las demás noches del año, el invernadero necesitará aporte de energía, sobre todo en las noches de invierno en la que la temperatura exterior sea bajo cero, que como se puede comprobar en la tabla, en los meses de diciembre o enero el invernadero necesitará más de 13 MWh, y como la caldera tiene 2 MW de potencia, tardará 6 horas y media en ir calentando toda el agua necesaria para calentar el invernadero durante toda la noche.

## 4. APORTE DE CALOR POR PARTE DE LA CALDERA PARA CUBRIR LAS NECESIDADES

Los aportes de energía que necesita el invernadero cubrirán sus necesidades energéticas. En ello se basa principalmente el presente proyecto, en aumentar los aportes de energía del invernadero para poder cubrir sus necesidades y que las plantas se desarrollen de una forma más adecuada.

Cuando hay radiación solar que incide sobre el invernadero habrá que aportar menos energía, ya que el sol ya nos estará aportando algo. En cambio, por la noche, aunque el invernadero necesite menos temperatura que cuando hay luz, habrá que aportar

mucha más energía, ya que el invernadero sólo depende de los aportes que se hagan gracias a la central de biomasa.

#### 4.1. APORTES DIURNOS

Los aportes de energía diurnos son menores que los nocturnos, ya que los aportes de energía que se reciben de la radiación solar neta que llega procedente del sol son bastante altos, sobre todo en los meses de mayor radiación, que no hace falta ningún aporte de energía.

El aporte energético diurno medio que habrá que realizar al día es muy sencillo de calcular, solamente hay que tomar la energía media que necesita el invernadero de día y restarle la radiación neta diaria media, ya que la radiación solar es el único aporte de energía que recibe actualmente el invernadero. Los aportes energéticos restantes se tendrán que realizar a partir del agua caliente procedente de la caldera de biomasa para conseguir el adecuado desarrollo de las tomatas del interior del invernadero.

Los cálculos se han realizado para todos los meses del año y se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 4: Aporte energético diurno diario

| Mes        | Energía media que necesita el invernadero de día (Wh) | Radiación neta diaria media (Wh) | Aporte energético diurno medio que habrá que realizar al día (Wh) |
|------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Enero      | 7.233.376,41                                          | 2.896.957,8                      | 4.336.418,61                                                      |
| Febrero    | 7.556.280,1                                           | 4.564.000                        | 2.992.280,1                                                       |
| Marzo      | 7.539.606,94                                          | 7.439.757,6                      | 99.894                                                            |
| Abril      | 6.479.193,4                                           | 10.489.248                       | No hace falta aporte                                              |
| Mayo       | 967.043,8                                             | 14.625.270                       | No hace falta aporte                                              |
| Junio      | No necesita                                           | 17.529.342,6                     | No hace falta aporte                                              |
| Julio      | No necesita                                           | 18.077.400                       | No hace falta aporte                                              |
| Agosto     | No necesita                                           | 15.487.395                       | No hace falta aporte                                              |
| Septiembre | 874.229,82                                            | 11.165.300                       | No hace falta aporte                                              |
| Octubre    | 4.522.319,16                                          | 6.474.177,6                      | No hace falta aporte                                              |
| Noviembre  | 5.762.247,15                                          | 3.219.955,2                      | 2.542.291,95                                                      |
| Diciembre  | 6.827.662,6                                           | 2.589.859,8                      | 4.237.802,8                                                       |

Fuente: Elaboración propia

Entre los meses de abril y octubre, cuando sea de día y haya luz solar, el invernadero no necesitará ningún aporte de energía, ya que con la radiación solar será suficiente, aunque habrá algún día con menos radiación o con menos temperatura que habrá que aportar algo, ya que en estos cálculos se ha hecho la media para cada mes, pero en un mes puede haber muchos días diferentes.

De realizar los cálculos se encargarán los técnicos de la central, si un día la temperatura del interior del invernadero no llega a los 20°C que se requieren cuando hay luz, tendrán que aportar algo de calor gracias al agua caliente procedente de la caldera de biomasa.

Los meses que, por el día, necesitarán más aporte de energía serán diciembre y enero, ya que sus temperaturas diurnas son muy bajas y son los meses que menos radiación solar neta tienen, ya que también son los meses con menos horas de luz.

## 4.2. APORTES NOCTURNOS

Los aportes de energía nocturnos serán mucho mayores que los diurnos, ya que por la noche actualmente el invernadero no cuenta con ningún aporte de energía, por eso hace falta este proyecto de mejora del invernadero, porque con las temperaturas que hay en Soria es muy difícil que la temperatura del interior del invernadero se conserve bien por las noches, ya que en invierno gran cantidad de noches la temperatura exterior es bajo cero.

Al no haber ningún aporte energético externo por las noches, los aportes energéticos nocturnos que habrá que realizar diariamente serán iguales a las necesidades energéticas nocturnas diarias del invernadero. No hay que hacer ninguna operación, los aportes son igual a las necesidades.

En la siguiente tabla se presentan los aportes nocturnos que hay que hacer de media todos los meses del año:

Tabla 5: Aporte energético nocturno diario

| Mes        | Energía media que necesita el invernadero de noche (Wh) | Aporte energético nocturno medio que habrá que realizar al día (Wh) |
|------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Enero      | 13.216.265,16                                           | 13.216.265,16                                                       |
| Febrero    | 12.106.387,9                                            | 12.106.387,9                                                        |
| Marzo      | 9.243.604,8                                             | 9.243.604,8                                                         |
| Abril      | 6.421.393,09                                            | 6.421.393,09                                                        |
| Mayo       | 4.065.474,33                                            | 4.065.474,33                                                        |
| Junio      | 2.572.114,18                                            | 2.572.114,18                                                        |
| Julio      | 1.942.980                                               | 1.942.980                                                           |
| Agosto     | 2.827.769,4                                             | 2.827.769,4                                                         |
| Septiembre | 5.224.815,34                                            | 5.224.815,34                                                        |
| Octubre    | 9.060.755,7                                             | 9.060.755,7                                                         |
| Noviembre  | 10.964.275,82                                           | 10.964.275,82                                                       |
| Diciembre  | 13.332.421,57                                           | 13.332.421,57                                                       |

Fuente: Elaboración propia

En las noches de los meses más calurosos casi no habrá que aportar energía, ya que la temperatura nocturna media suele ser alta, eso está calculado en el apartado de necesidades energéticas nocturnas.

Los meses de mayor aporte son, como es lógico, los meses más fríos del año, como son diciembre o enero, que necesitarán de media por la noche algo más de 13 MWh. Con la caldera que se va a implantar en este proyecto, que tiene una potencia de 2 MW, se tardaría unas 6 horas y media en calentar toda el agua para que durante toda la noche se pueda mantener la temperatura del invernadero en 15°C.



## ANEJO Nº 6: INGENIERÍA DEL PROCESO

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. PROCESO PRODUCTIVO .....                                               | 3  |
| 1.1. DISEÑO DEL EDIFICIO DE GENERACIÓN .....                              | 3  |
| 1.1.1. EL SECADERO .....                                                  | 3  |
| 1.1.2. LA CALDERA .....                                                   | 7  |
| 1.1.3. ALMACÉN INTERIOR .....                                             | 11 |
| 1.1.4. ALMACÉN EXTERIOR .....                                             | 12 |
| 1.2. DISEÑO DEL TRANSPORTE DE CALOR AL INVERNADERO .....                  | 15 |
| 1.2.1. PRIMER CIRCUITO .....                                              | 17 |
| 1.2.1.1. TUBERÍAS Y CONDUCTOS .....                                       | 17 |
| 1.2.1.2. BOMBA HIDRÁULICA.....                                            | 19 |
| 1.2.2. SEGUNDO CIRCUITO .....                                             | 21 |
| 1.2.2.1. TUBERÍAS Y CONDUCTOS .....                                       | 21 |
| 1.2.2.2. DEPÓSITO DE INERCIA .....                                        | 22 |
| 1.2.2.3. BOMBA HIDRÁULICA.....                                            | 24 |
| 1.2.3. TERCER CIRCUITO (CALEFACCIÓN) .....                                | 25 |
| 1.2.3.1. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....              | 25 |
| 1.2.3.2. TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE LA CALEFACCIÓN.....                      | 27 |
| 1.2.3.3. BOMBAS HIDRÁULICAS DE LA CALEFACCIÓN.....                        | 30 |
| 1.2.4. ESQUEMA DE TODA LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA.....                     | 32 |
| 1.3. DISEÑO DEL TRANSPORTE DE CALOR AL SECADERO .....                     | 32 |
| 1.3.1. TUBERÍAS Y CONDUCTOS .....                                         | 32 |
| 1.3.2. BOMBA HIDRÁULICA .....                                             | 33 |
| 1.4. DISEÑO DEL APROVECHAMIENTO DEL CO <sub>2</sub> .....                 | 34 |
| 1.5. DISEÑO DE LA RECOGIDA DE CENIZAS .....                               | 36 |
| 2. DISEÑO DE LAS OPERACIONES .....                                        | 36 |
| 2.1. DISTRIBUCIÓN DEL CALOR PRODUCIDO POR LA CALDERA .....                | 37 |
| 2.2. PROGRAMA PRODUCTIVO DE LA COMPRA Y EL SECADO DE LAS<br>ASTILLAS..... | 38 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 2.3. PROGRAMA PRODUCTIVO DE LA VENTA DE ASTILLAS ..... | 39 |
| 2.4. TRABAJADORES DE LA CENTRAL Y HORARIOS .....       | 40 |
| 2.5. FUNCIONES DE LOS TRABAJADORES .....               | 40 |

# 1. PROCESO PRODUCTIVO

En este anejo se describe de una forma detallada todo el proceso productivo que se seguirá en el presente proyecto, desde que la astilla húmeda llega a la central hasta que el agua caliente circula por las tuberías para llegar al invernadero o al secadero.

Este proceso productivo se dividirá en diferentes partes, la primera será el edificio de generación, que es lo más importante, ya que es donde se incluyen el secadero y la caldera. También se explicará cómo se ha diseñado el transporte del calor al invernadero, el depósito de inercia que se instalará y los tipos de conductos. En el apartado de diseño de la instalación de calefacción se dimensionará la misma y se explicarán los tipos de conductos que se utilizarán. Finalmente, en los dos últimos apartados se define cómo se realizará el aprovechamiento de CO<sub>2</sub> y la recogida de las cenizas.

## 1.1. DISEÑO DEL EDIFICIO DE GENERACIÓN

El edificio de generación es una nave a la cual llega la astilla húmeda y sale calor hacia el invernadero y astilla seca para vender. Lo que se hace en el interior de esta nave es transformar la astilla húmeda en calor mediante un secadero de biomasa y una caldera. La astilla seca que salga del secadero irá bien a la caldera o bien al almacén interior, el cual está cubierto y donde se almacena la astilla seca. La astilla húmeda recién llegada se almacena en el patio exterior.

El edificio de generación se divide en tres zonas, de izquierda a derecha, un almacén interior para almacenar las astillas de madera secas, con capacidad para unas 30 toneladas, otra zona donde se sitúa el secadero y otra zona donde se sitúa la caldera.

A continuación se detalla todo el proceso que se sigue para el desarrollo del presente proyecto, explicando detalladamente cada zona del edificio de generación, la función que tiene cada elemento y cómo debe funcionar.

### 1.1.1. EL SECADERO

Para proceder a la combustión de la biomasa es necesario reducir su humedad para que la combustión sea eficaz. Con el secado natural no es posible alcanzar humedades por debajo del 20% en base húmeda, por lo que hay que recurrir al secado forzado mediante un secadero de biomasa.

El secadero de biomasa que se va a instalar en este proyecto es un secadero de cinta, que consiste en una banda transportadora que lleva la biomasa sobre su superficie, la cual va avanzando y es sometida a corrientes de aire caliente para reducir su humedad.

El agua caliente procedente de la caldera de biomasa llega a dos intercambiadores de calor, situados en la parte superior del secadero. Ahí el calor del agua se transfiere al

aire, produciendo así una corriente de aire caliente que se inyecta sobre una cinta por la que pasa la biomasa. El aire frío, con ayuda de un ventilador sube hasta la parte superior para ser expulsado.

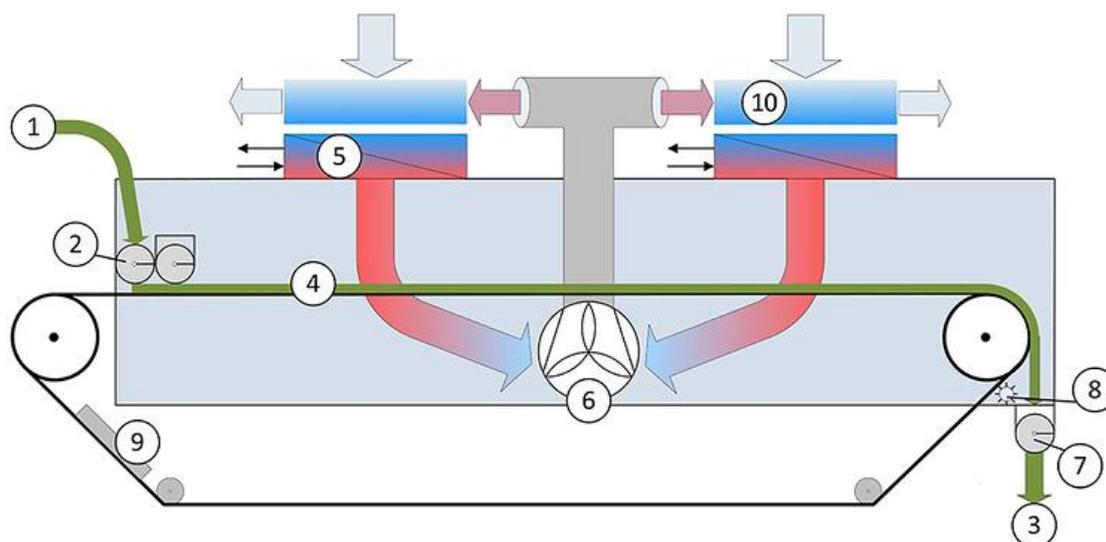


Figura 1: Secadero de biomasa  
Fuente: Rudnick and Enners

En la figura superior se puede ver el esquema del secadero de biomasa. La cinta que transporta la biomasa es toda la línea negra que hace un recorrido circular (nº 4). El número 1 corresponde a la alimentación de producto húmedo. El número 2 indica el tornillo de distribución, que dosifica la llegada de la biomasa desde la tolva, que se situará justo antes, por lo que el tornillo de distribución hace que la biomasa llegue de una forma uniforme a la cinta transportadora.

Los intercambiadores de calor, situados en la parte superior del secadero, emiten aire caliente que baja hacia la cinta. Lo que llega a los intercambiadores de calor es agua a unos 60 - 70 °C procedente de la combustión de la propia biomasa y la función de estos intercambiadores es coger aire de la atmósfera mediante dos ventiladores, hacer pasar al aire por el agua a alta temperatura y calentar el propio aire, que se enviará mediante los propios ventiladores hacia la cinta transportadora, para que así el aire entre en contacto con la biomasa húmeda, reduciendo así su humedad. El número 5 corresponde a uno de los intercambiadores.

El número 6 indica el ventilador que envía el aire ya frío hacia la parte superior, una vez que haya estado en contacto con la biomasa, por lo que es aire ya con poca temperatura y al no servir, se expulsa a la atmósfera de nuevo.

Finalmente, el número 7 indica el tornillo sinfín que distribuye el producto seco y el número 3 corresponde a la salida de la astilla de biomasa ya seca.

El proceso que se seguirá en este proyecto es el siguiente:

La biomasa húmeda llegará en camiones diariamente y se dejará en el almacén exterior. Una retroexcavadora con pala grande se encargará de llevar la biomasa húmeda a un silo integrado en el suelo situado justo al lado del edificio de generación. Un tornillo sinfín se encargará de subir la biomasa desde el silo hasta el tornillo de distribución, el cual dosificará la llegada de la biomasa e irá cayendo a la cinta transportadora, donde será secada mediante una corriente de aire caliente.



Figura 2: Secadero de biomasa  
Fuente: Rudnick and Enners

La figura superior muestra un secadero de biomasa de cinta, es una máquina alargada por la que va la cinta transportadora y va secando la biomasa.

Al salir la biomasa de la cinta transportadora, llegará a una tolva metálica con un direccionador para que exista la posibilidad de enviar la biomasa hacia la izquierda (almacén interior) o hacia la derecha (caldera de biomasa). Una vez que las 13,34 toneladas diarias hayan ido a la caldera, el resto irá todo destinado al secadero. Cada día el supervisor tendrá que calcular las necesidades del invernadero dependiendo de la temperatura exterior y de la radiación y a partir de esos datos habrá que enviar más o menos calor al invernadero, y por consiguiente, al secadero de biomasa. Los datos que se utilizan en este proyecto son la media de cada mes, pero los datos podrán variar considerablemente entre los días de cada mes, pero es algo que no resultará un problema, ya que los operarios estarán trabajando todos los días para que las operaciones de la central sean correctas.

El secadero de biomasa tiene un rendimiento de casi 2 toneladas de biomasa por hora. Al ser una cinta transportadora va rápido y seca las astillas de madera a gran velocidad. Por el secadero en total al día tendrán que pasar de media 40,32 toneladas de astillas, por lo que el rendimiento es el correcto, ya que 40,32 toneladas entre las 24 horas del día son 1,68 toneladas por hora, esa es la cantidad de biomasa que pasará por el secadero. Estos datos son medias, podrán variar mucho dependiendo de las necesidades del invernadero, pero el máximo de toneladas diarias son 48, los meses que el invernadero no tenga ningún cultivo en su interior.

Después del secadero habrá dos tornillos sinfín, uno para llevar la biomasa automáticamente desde la salida del secadero hasta el inicio de la caldera y otro para llevar la biomasa hasta el almacén interior, donde se almacenará la biomasa una vez seca.

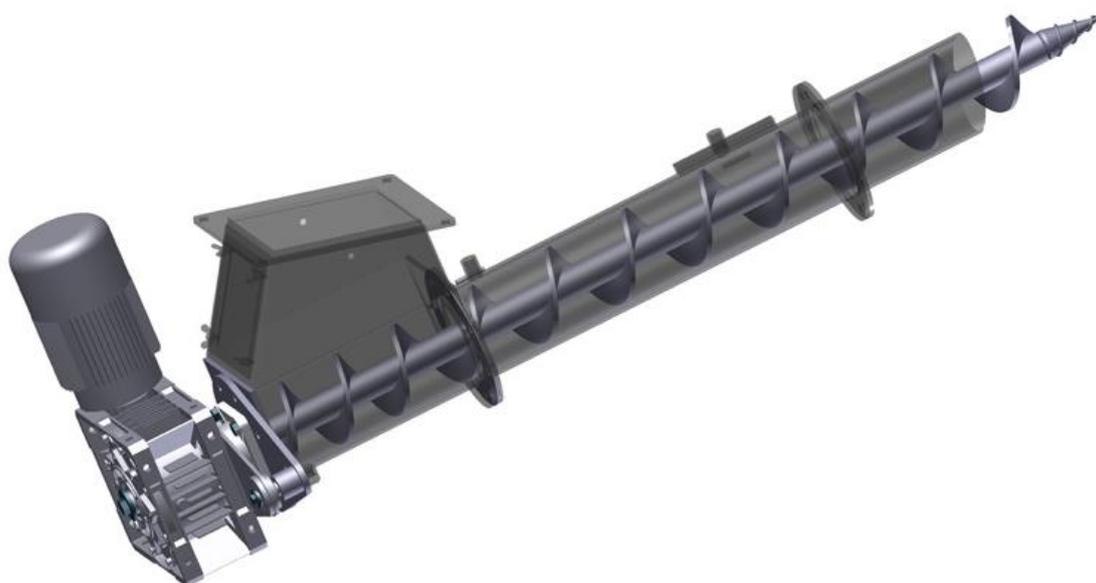


Figura 3: Tornillo sinfín para transportar la biomasa  
Fuente: Serveis Tècnic Enerfust

La imagen superior muestra un tornillo sinfín como los que se utilizarán en el presente proyecto. Consta de un cilindro hueco en el que hay un tornillo con forma de espiral que va girando a una determinada velocidad, un motor como en el que se puede observar a la izquierda de la imagen se encargará del movimiento del tornillo.

La biomasa llegará al depósito integrado en el tornillo sin fin, como se puede ver en la imagen, e irá subiendo, ya que la espiral del tornillo sin fin toca con las paredes del cilindro e impide a las astillas caer hacia abajo, sólo pueden subir hasta su destino.

Habrán dos tornillos sin fin dentro del edificio de generación, uno para llevar la biomasa del secadero hasta la caldera y otro para llevar la biomasa del secadero hasta el almacén interior. Ambos tendrán una longitud de unos 7 u 8 metros.

### 1.1.2. LA CALDERA

Una caldera de biomasa es un aparato que calienta agua mediante la combustión de biomasa, que en este caso serán astillas de madera, con la finalidad de utilizar esa agua caliente para calefacción o ACS (agua caliente sanitaria). En este proyecto, el agua caliente se utilizará para secar biomasa y para la calefacción del invernadero.

La combustión de la biomasa se realizará mediante una caldera en el edificio de generación. Esta caldera estará funcionando todos los días del año, las 24 horas del día, no parará de producir energía, solamente un día al año para su revisión y mantenimiento. Ese día será el 2 de mayo de cada año, coincidiendo con el final del primer ciclo de tomates del invernadero.

Habrán tres personas que se encarguen del mantenimiento de la caldera, a parte del supervisor. Dos de esos tres operarios harán turnos diarios, uno estará de 7:00 a 15:00 horas y el otro de 15:00 a 23:00. Ambos, cada uno en sus horas, se encargarán de revisar la caldera y de su mantenimiento. El tercer operario irá a la central los fines de semana. Los tres operarios irán intercambiando los turnos por meses. El resto de horas, es decir, por las noches (de 23:00 a 7:00 horas) no habrá nadie para el mantenimiento de la caldera, pero la central contará con un sistema de seguridad por si existiera alguna fuga, desorden o conato de incendio en la caldera. Este sistema contará con una serie de sensores, cámaras de visión y cámaras térmicas para poder controlarlo todo automáticamente. Si existiera algún desconcierto en estas horas en las que está funcionando el sistema de seguridad, uno de los operarios deberá acudir inmediatamente a la central para no interrumpir el desarrollo normal del proceso de la central.

Las astillas de biomasa llegarán en camiones diariamente con una humedad del 50%. La caldera consume 13,34 toneladas al día, pero se traerán más toneladas diarias, esa cantidad dependerá del calor procedente de la caldera que sobre para el secadero. La cantidad de astillas que se traerán diariamente se recoge en el apartado "Diseño de las operaciones", de este mismo anejo, pero de media llegarán 40,32 toneladas diarias.



Figura 4: Astillas de biomasa  
Fuente: pelletsdelsur.com

Las astillas de biomasa, las cuales tienen un poder calorífico de 800 KWh/m<sup>3</sup>, una vez reducidas su humedad en el secadero de cinta, podrán ir a la nave de almacenamiento, protegidas de los agentes climatológicos para ser vendidas o podrán ir a la caldera. Un tornillo sinfín se encargará de transportar la biomasa desde el secadero hasta la propia caldera.

Para calcular el consumo de astillas de madera de la caldera se han realizado las siguientes operaciones:

Se ha de tener en cuenta que la potencia nominal de la caldera es de 2000 KW, el rendimiento térmico del 90%, el poder calorífico de las astillas de 800 KWh/m<sup>3</sup> y la densidad de las astillas de 200 Kg/m<sup>3</sup>, ya que al tener una forma tan irregular quedan muchos huecos, por eso tienen una densidad tan baja.

El consumo horario de la caldera a la potencia nominal es el siguiente:

$$\frac{2000}{800 * 0,90} = 2,78 \text{ m}^3/h$$

Suponiendo que la caldera funcione 24 horas al día al máximo de la potencia, el consumo diario será de:

$$2,78 \text{ m}^3/h * 24 \text{ h} = 66,72 \text{ m}^3/día$$

Para calcular las toneladas que consume diariamente la caldera, sólo hay que multiplicar los metros cúbicos por la densidad de las astillas de biomasa:

$$66,72 \text{ m}^3/día * 200 \text{ Kg}/\text{m}^3 = 13.340 \text{ Kg}/día = 13,34 \text{ T}/día$$

La caldera consume en total 13,34 toneladas de astillas diariamente, ese es un dato que no varía. El resto de astillas serán para vender, ya que estarán secas y serán de media 26,98 toneladas diarias. En total se traerán de media 40,32 toneladas diarias a la central.

Estos datos son medias diarias, porque dependen de las necesidades energéticas del invernadero, pero se podrá variar mucho entre los días de un mes. De comprar las toneladas diarias de astillas se encargará el supervisor de la central, calculando antes las necesidades del invernadero.



Figura 5: Caldera de biomasa  
Fuente: compete-r.com

La caldera tiene 2 MW de potencia, las astillas entran por una banda móvil y se van quemando, alcanzando una temperatura de 500-600°C dentro de la caldera. Las cenizas caerán debajo, a un depósito de cenizas, el cual se vaciará diariamente. Habrá un circuito de agua en el interior de la caldera para que sea calentada a unos 50°C y de ahí el agua caliente podrá ir al secadero o al invernadero, eso dependerá de las necesidades energéticas del invernadero, que a su vez ello dependerá de la temperatura exterior y de la radiación solar que haya en ese momento.

La dirección que tomará el agua caliente se podrá dictaminar mediante un selector, que podrá tomar dos direcciones, pero podrá también tomar las dos direcciones simultáneamente, siendo una parte para el secadero y otra parte para el invernadero. El agua caliente que va al invernadero llegará primero a un depósito de inercia para acumular ahí la energía y ser dosificada cuando el invernadero lo necesite. Sin embargo, el agua caliente que va al intercambiador de calor del secadero de biomasa llegará directamente, ya que el secadero no para nunca de trabajar, utilizará el calor inmediatamente haya llegado hasta él.

Las dimensiones de la caldera serán de 5 metros de largo, 3 metros de ancho y 6 metros de alto. Se comprará la caldera directamente, entera, a una empresa dedicada especialmente a la fabricación e instalación de calderas de gran potencia. Esa empresa se encargará del transporte de la caldera hasta la central y de su instalación.

Los gases que produzca la combustión saldrán por una chimenea, que tendrá dos opciones, salida al aire libre o conducción hasta el interior del invernadero. Una llave de paso accionada mecánicamente desde las oficinas de la central, determinará el destino del CO<sub>2</sub> producido, dependiendo de las necesidades fotosintéticas del cultivo del invernadero en ese momento.

El funcionamiento de la caldera es el siguiente:

Las astillas de madera entrarán a la caldera mediante un tornillo sinfín y caerán directamente al quemador, alcanzándose una temperatura de unos 500-600°C. Las

cenizas que se producen caerán a un depósito de cenizas, que habrá que vaciarlo diariamente, ya que las 13,34 toneladas de astillas que se consumen diariamente producen unos 640 Kg de ceniza al día, por lo que habrá que vaciarlo y llevar las cenizas a un contenedor que se situará en el exterior de la central de biomasa.

El aire a muy elevada temperatura producido por la combustión de la biomasa subirá hacia arriba de manera espontánea, pasando a un intercambiador de calor. El calor se transmitirá al agua mediante el intercambiador, yendo el agua por un circuito cerrado. Los gases producidos por la combustión de la biomasa ( $\text{CO}_2$  principalmente) saldrán por una chimenea situada en la parte superior de la caldera, donde podrán tomar dos direcciones, la atmósfera, ya que no produce emisiones porque el  $\text{CO}_2$  que ha ido fijando a lo largo de su vida lo vuelve a soltar o introducir en el invernadero para ayudar al cultivo a realizar la fotosíntesis.

En la siguiente figura se puede ver claramente el funcionamiento de la caldera.

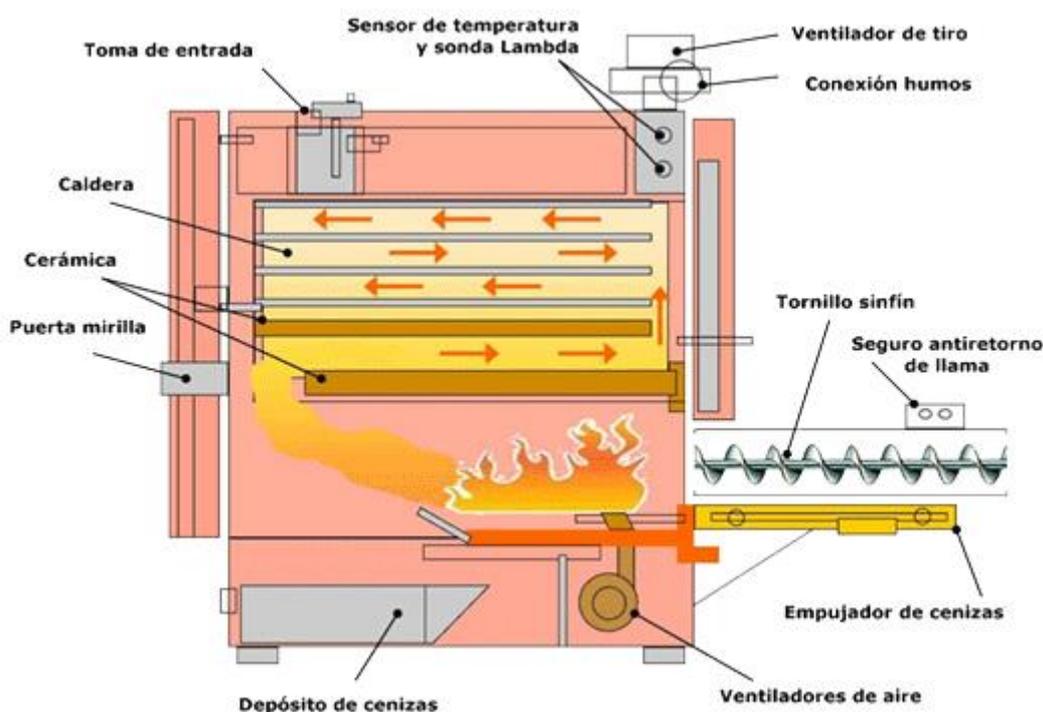


Figura 6: Funcionamiento de una caldera de biomasa  
Fuente: Hildebrandt Gruppe

Como se puede ver en la figura superior, las astillas de biomasa entrarían por el tornillo sinfín de la derecha, procedentes del secadero de biomasa. Entrarán directamente a la cámara que representa el fuego en la imagen y se irán quemando poco a poco. Las cenizas residuales caerán a un depósito de cenizas, representado en la imagen.

El aire caliente subirá por las flechas que están indicadas en la imagen y calentarán el agua inmersa en un circuito cerrado gracias a un intercambiador de calor, situado en la parte superior de la caldera. Hay también una mirilla por la que se puede ver la

combustión de la biomasa, representada en la imagen y situada a la izquierda de la caldera. El aire caliente sube por donde indican las flechas en la figura y salen por la chimenea, situada en la parte superior derecha de la imagen.

Las partes más importantes de la caldera de biomasa son:

- El cuerpo de la caldera: Es el almacén que contiene todos los elementos.
- Cámara de combustión: Recibe las astillas y oxígeno para generar calor mediante la quema del combustible.
- Intercambiador de calor: Situado en la parte posterior de la caldera, es un conjunto de placas metálicas que hacen que el calor de la cámara de combustión pase al circuito hidráulico.
- Sistema de control: Parte electrónica que sirve para gestionar el funcionamiento de la caldera.
- Tornillo sinfín: Tubería con un tornillo giratorio que extrae el combustible del silo procedente del secadero para llevarlo hasta la caldera.
- Salida de humos: Ventilador y conjunto de tuberías que hacen que los humos procedentes de la combustión sean expulsados al exterior.
- Depósito de cenizas: Recipiente para acumular las cenizas, el cual se vaciará diariamente.

Las ventajas que presenta la caldera de biomasa del presente proyecto es que es una energía renovable (el combustible se obtiene de residuos naturales), tiene un bajo impacto medioambiental (muy bajas emisiones de CO<sub>2</sub>), es un sistema eficiente y el precio de la biomasa es muy estable, varía poco.

En cambio, los escasos inconvenientes que tiene el uso de la caldera de biomasa son que hay que disponer de mucho espacio para almacenar las astillas (no resulta un problema porque en la central hay mucho espacio para ello), hay que hacer una gran inversión inicial (tampoco resulta un problema porque la inversión la hace una gran empresa y va a recuperar el dinero invertido), que requiere un mantenimiento (en la central habrá dos operarios que se encarguen de ello) y que la biomasa necesita un secado previo para realizar su combustión (este es el inconveniente que tiene menos importancia, ya que en la central se contará con un secadero de biomasa).

### **1.1.3. ALMACÉN INTERIOR**

El almacén interior es una parte del edificio de generación en la que se guardará la astilla seca temporalmente para venderla. Se la llevarán en camiones diariamente para que no ocupe demasiado espacio y para obtener beneficios a partir de las astillas secas. Estas astillas proceden directamente del secadero de biomasa, perteneciente también al edificio de generación. Este almacén cuenta con una capacidad de unas 30 toneladas, pero como los camiones vendrán unas dos veces diariamente, sobrará incluso espacio, ya que siempre habrá que dejar alguna cantidad de astillas por si el secadero deja de funcionar.

Este almacén tiene unas dimensiones de unos 20 metros de largo por 12 de ancho, lo que hace una superficie total de 240 metros cuadrados.



Figura 7: Astillas de biomasa en el almacén interior  
Fuente: navarra.es

Las astillas secas llegarán inmediatamente del secadero de biomasa mediante un tornillo sinfín. Caerán directamente al suelo y los operarios se encargarán de hacer diferentes montones por todo el almacén. Más tarde, saldrán en camiones por la puerta exterior para ser vendidas.

Cuando menos biomasa seca se tendrá que almacenar en el almacén interior será en las noches de invierno, ya que es cuando más necesidades energéticas tendrá el invernadero, por lo que la mayoría del calor irá destinado al invernadero en vez de al secadero.

#### **1.1.4. ALMACÉN EXTERIOR**

El almacén exterior es un patio, es decir, una superficie abierta con suelo de cemento que cuenta con una gran superficie, unos 60 metros de largo por 25 metros de ancho, lo que hacen unos 1.500 metros cuadrados de superficie total.

Este patio exterior servirá para almacenar grandes cantidades de biomasa, 44 toneladas como mínimo, ya que es lo que llega diariamente a la central. Este patio tendrá capacidad para almacenar unas 180 toneladas de astillas húmedas, por lo que el espacio no será un problema.



Figura 8: Astillas de biomasa en el patio exterior  
Fuente: dreamstime.com

En la figura posterior se pueden ver unas astillas de biomasa húmedas en un patio exterior, al igual que sucederá en el presente proyecto. Llegarán en camiones y se dejarán en grandes montones.

También se dispondrá de un silo en el patio exterior, junto al edificio de generación. Estará al aire libre y lo rellenarán los operarios gracias a las palas de las excavadoras de la central, ya que los camiones descargarán la biomasa en el patio exterior.

El silo será un rectángulo metálico, con la parte inferior como un cono rectangular invertido, para que vayan cayendo las astillas de biomasa poco a poco. Será un rectángulo el cual tendrá unas dimensiones de 2 x 2 x 1,5 metros, lo que hacen un volumen de 6 metros cúbicos. La densidad de las astillas de biomasa es de 250 Kg/m<sup>3</sup>, por lo que si se multiplican los 6 m<sup>3</sup> del silo por los 250 Kg/m<sup>3</sup> se obtiene un resultado de 1.500 Kg de astillas. También se debe tener en cuenta el volumen de la parte inferior del silo, lo que hace un volumen total de 6,4 m<sup>3</sup>, es decir, una capacidad de 1.600 Kg.

Los operarios tendrán que rellenar el silo con la pala de la máquina una vez cada hora, ya que el rendimiento del secadero es algo más de 1,6 toneladas por hora.

En total el silo tendrá 2,5 metros de alto, ya que cuenta con unas patas para apoyarlo en el suelo. En la siguiente figura se puede ver un silo de biomasa.



Figura 9: Silo para biomasa  
Fuente: Cerbos

En la figura superior se puede observar un silo como el que se implantará en el presente proyecto.

Debajo del silo habrá un tornillo sinfín, el cual atravesará la pared de la nave y llevará las astillas hasta el tornillo de distribución del secadero de biomasa para ser introducidas y secadas adecuadamente.

Por último, en el patio exterior también se dispondrá de un contenedor como el de la siguiente imagen para acumular las cenizas procedentes de la combustión de las astillas de biomasa.



Figura 10: Contenedor para las cenizas  
Fuente: Recytrans

Este contenedor tendrá 2 metros de alto, 2 metros de ancho y 8 metros de largo, lo que hace un volumen de 32 metros cúbicos. La ceniza que cabrá en el contenedor, al tener la misma una densidad de 850 Kg/m<sup>3</sup>, será de 27.200 Kg.

Toda la gestión de las cenizas está explicada con más detalle en el anejo N° 12 “Plan de gestión de residuos”.

## **1.2. DISEÑO DEL TRANSPORTE DE CALOR AL INVERNADERO**

Una vez diseñado el edificio de generación, se procede a explicar cómo se ha diseñado el transporte de calor desde la caldera hasta el invernadero, pasando por un depósito de inercia para almacenar el agua caliente, que irá directamente al invernadero.

Habrán tres circuitos de agua diferentes desde la caldera hasta el invernadero. El primer circuito de agua irá desde la caldera hasta el primer intercambiador de calor, siendo el mismo un circuito cerrado con su bomba hidráulica. El segundo circuito se dispondrá entre los dos intercambiadores de calor pasando por el depósito de inercia. Finalmente, el tercer circuito discurrirá por el segundo intercambiador de calor y por el invernadero, siendo este circuito el de la calefacción y donde se perderá todo el calor, acabando así con el ciclo y volviendo a empezar. Para que sea más visual, en el apartado 1.2.4 de este mismo anejo hay un esquema de toda esta instalación hidráulica.

Un intercambiador de calor, en este caso agua-agua, es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos fluidos, en este caso del agua caliente que llega procedente de la caldera tiene que transferir el calor al agua del interior del depósito de inercia.

Los intercambiadores de calor que se instalarán en el presente proyecto serán de placas de carburo de silicio delgadas y ligeramente separadas, las cuales tienen superficies muy grandes y pasajes pequeños para el flujo de fluidos para transferencia de calor. El calor se transfiere por conducción a través del material de las placas y trabajan con flujos a contracorriente que permiten bajas diferencias de temperatura, cambios rápidos de temperatura y alta eficiencia.

En la siguiente figura se pueden ver dos intercambiadores de calor de placas.

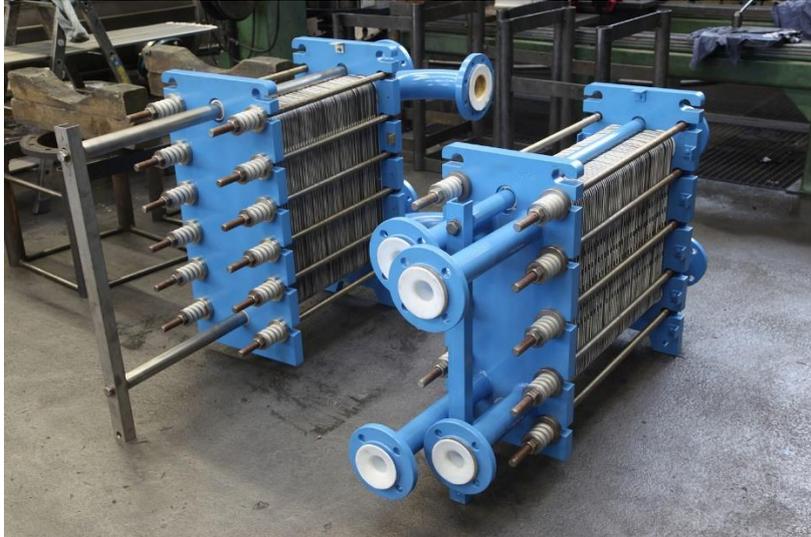


Figura 11: Intercambiadores de calor de placas de carburo de silicio  
Fuente: gab-neumann.com

La siguiente figura muestra el principio de funcionamiento de un intercambiador de calor de placas con juntas para líquidos/líquidos, donde los fluidos corren contracorriente a través del intercambiador de calor. El líquido caliente (ilustrado en rojo) normalmente entra por una de las conexiones superiores y sale por la conexión inferior. El líquido frío (ilustrado en azul) entra por una de las conexiones inferiores y sale por la conexión superior.

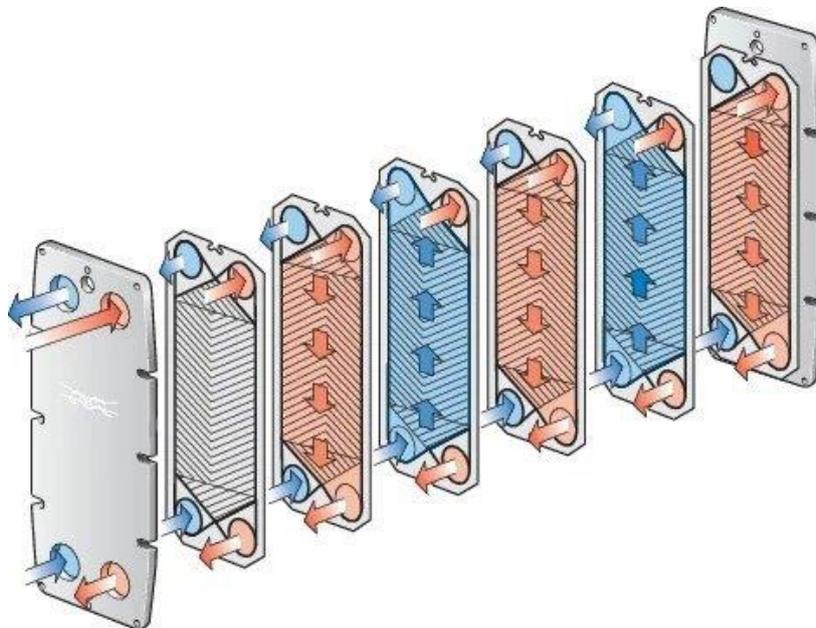


Figura 12: Funcionamiento intercambiador de calor  
Fuente: alfalaval.es

A medida que los fluidos pasan a través del intercambiador, el calor se transfiere de los medios calientes a los medios fríos. El flujo de contracorriente permite las máximas posibilidades de recuperación de calor y se puede lograr una aproximación muy cercana a la temperatura.

Los fluidos entran a través de las conexiones y portillas de las placas de transferencia de calor. Las juntas de estanqueidad especialmente diseñadas, situadas entre las placas, dirigen los fluidos de modo que los fluidos calientes y fríos pasan contracorriente en canales alternados. Cuando el fluido entra entre las placas, pasa sobre el área de distribución. El principal propósito del área de distribución es asegurar un flujo uniforme de fluido sobre toda la placa, al tiempo que se maximiza la eficiencia de la transferencia de calor y se minimiza la mala distribución y el ensuciamiento.

A continuación se proceden a explicar detalladamente los tres circuitos existentes en la instalación, con todos sus conductos, bombas hidráulicas, intercambiadores de calor, depósito de inercia y la instalación de la calefacción completa.

### **1.2.1. PRIMER CIRCUITO**

El primer circuito es el más sencillo de todos, consiste en que el calor que proporciona la caldera se transfiera al primer intercambiador de calor para darle el calor al segundo circuito. La función de este circuito es solamente transferir el calor que proporciona la caldera al segundo circuito, que su función será acumular agua caliente y llevarla al invernadero cuando éste lo necesite.

En los siguientes apartados se describen detalladamente los componentes de este circuito.

#### **1.2.1.1. TUBERÍAS Y CONDUCTOS**

El agua sale de la caldera a una temperatura de 80-90°C y es transportada mediante una serie de conductos hasta el primer intercambiador de calor. En todo el circuito se utilizarán tubos con aislante para tener la mínima pérdida de calor posible.

Los tubos elegidos serán de polietileno de alta densidad por el interior y por el exterior, habiendo en medio un aislante de poliuretano rígido que recubre el tubo. El diámetro interior mide 100 mm y el diámetro exterior 200mm, teniendo el poliuretano 50 mm de densidad. Los tubos serán como los de la siguiente figura, un tubo interior y otro exterior, ambos de polietileno rígido de alta densidad con un aislante de poliuretano entre ambos.

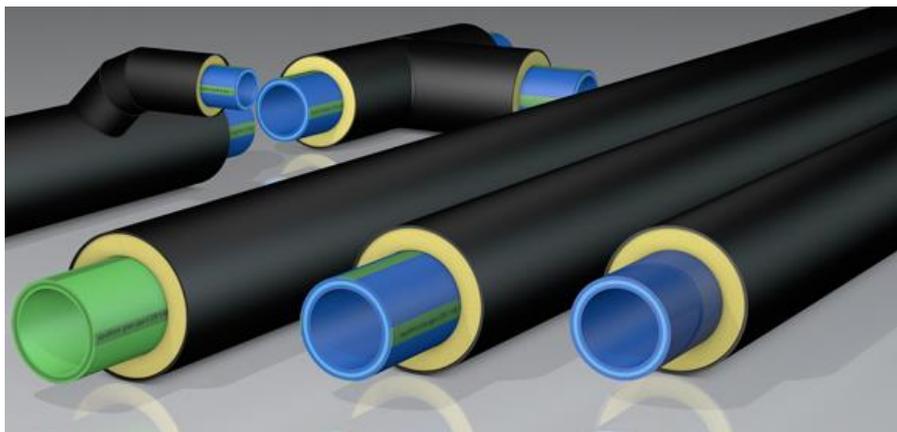


Figura 13: Tubería de 100 mm de diámetro con aislante  
Fuente: Aquatherm Ibérica

Estos conductos, que irán desde la caldera hasta el primer intercambiador de calor y volver, tendrá una longitud de unos 12 metros, ya que el primer intercambiador de calor se sitúa cerca de la caldera.

El primer circuito es cerrado y el agua de su interior se estará moviendo continuamente a una velocidad de 1 m/s. Todas las tuberías que componen el primer circuito tienen un diámetro de 0,10 m.

Para calcular el caudal de la tubería se ha utilizado la fórmula “ $Q = A * V$ ”, donde Q es el caudal de la tubería (en  $m^3/s$ ), A es el área de la sección de la tubería, que en este caso, al ser de sección circular, se calcula como “ $A = \pi * r^2$ ”. Finalmente, V es la velocidad a la que circula el agua por el interior de la tubería en m/s.

Así se puede calcular el caudal de la tubería:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = \pi * r^2(m) * V \left( \frac{m}{s} \right) = \pi * 0,05^2 * 1 = 7,854 * 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

El caudal del primer circuito es  $7,854 * 10^{-3} m^3/s$ , pero conviene también tenerlo en litros por hora y en litros por segundo:

$$Q = 7,854 * 10^{-3} \frac{m^3}{s} * \frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 m^3} = 28.274 \frac{l}{h} * \frac{1 h}{3600 s} = 7,854 \frac{l}{s}$$

Este es el caudal de la tubería del primer circuito, pero hay que tener en cuenta las pérdidas de carga. La pérdida de carga en una canalización es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce.

Al ser un circuito tan pequeño, cuya función es llevar el calor desde la caldera hasta el intercambiador y su recorrido es de apenas 12 metros en total, no se van a considerar las pérdidas de carga, ya que son mínimas, pero sí se hará en el circuito de la calefacción, ya que son muchos más metros de longitud.

### 1.2.1.2. BOMBA HIDRÁULICA

Para que el circuito discorra por las tuberías con la velocidad y el caudal que se indica en el apartado anterior, se debe instalar una bomba hidráulica para impulsar el agua del interior del primer circuito.

Una bomba hidráulica (o bomba de agua) es una máquina generadora que trabaja con un fluido en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. La misión de una bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación.

En este primer circuito, la bomba hidráulica se situará justo después de la caldera, para que impulse el agua hacia el intercambiador y vuelva hasta la caldera.

Para calcular la potencia de la bomba se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta}$$

Donde “P” es la potencia de la bomba (en vatios), “Q” es el caudal total (en litros por segundo), “g” es la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>), “H” es la presión máxima (en metro de columna de agua) y “δ” es el rendimiento de la bomba (suele ser 0,6).

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta} = 7,854 \text{ l/s} * 9,8 \text{ m/s}^2 * \frac{1 \text{ m}}{0,6} = 128,3 \text{ W}$$

La potencia mínima de la bomba será de 128,3 W, ya que se ha calculado con la fórmula teniendo en cuenta el caudal en litros por segundo, la gravedad, el rendimiento y la presión máxima, que se ha puesto 1 porque al ser un circuito tan pequeño, las pérdidas de carga son mínimas.

La bomba que se instalará es la siguiente:



Figura 14: Bomba hidráulica QB60 370W  
Fuente: manomano.es

Las características de esta bomba son que tiene una potencia de 370 W, un caudal máximo de 30 m<sup>3</sup>/h, un voltaje de 230 V y el tipo de bomba que es, que es una bomba de superficie, con una profundidad de aspiración de 30 metros.

Antes y después de la bomba se instalarán dos manómetros, que son un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en circuitos cerrados.



Figura 15: Manómetro  
Fuente: termómetros.com

Los manómetros se utilizan para comprobar las presiones que hay antes y después de que el agua pase por la bomba, ya que si es muy alta habrá que utilizar la válvula reductora de presión, que se instalará también una.



Figura 16: Válvula reductora de presión  
Fuente: bricovia.com

Cuando la presión en la red es excesiva, se deben instalar válvulas reductoras de presión. Su función es reducir el caudal y provocar una caída de la presión hasta el valor fijado aguas abajo de la válvula. Es conveniente instalar estas válvulas con tomas fijas, a ambos lados, para insertar en ellas manómetros para comprobar la presión. Es decir, si la presión en la red es de 6 bares, y se tara la válvula a 4 bares, cuando la presión interior baje de 4 bares, la válvula abrirá el paso del agua, y cuando la presión suba a 4 bares, cerrará el paso. Su modo de funcionamiento es mediante una membrana que está comunicada a la tubería de salida.

También se instalará un purgador de aire, que se emplea para eliminar de modo continuo el aire contenido en los circuitos hidráulicos de las instalaciones de climatización. La capacidad de descarga de estos dispositivos es muy elevada. Eliminan

de modo automático todo el aire presente en los circuitos, incluidas las microburbujas. La circulación de agua completamente libre de aire asegura el funcionamiento ideal del sistema, sin ruido, corrosión, sobrecalentamientos localizados ni daños mecánicos.



Figura 17: Purgador de aire  
Fuente: climarepuestos.es

## 1.2.2. SEGUNDO CIRCUITO

El segundo circuito hidráulico va desde el primer intercambiador de calor hasta el segundo intercambiador de calor, pasando por un depósito de inercia. La función de este circuito es acumular el agua caliente en el depósito de inercia y soltarla cuando lo demande el invernadero, además de acumular agua caliente por si la caldera se detiene por algún fallo.

En los siguientes apartados se describen las partes de las que se compone este segundo circuito hidráulico, que son el depósito de inercia para acumular agua caliente, las tuberías que conducirán el agua caliente y tendrán que llevar aislante, las tuberías que llevarán el agua fría y una bomba hidráulica para mover todo el circuito.

### 1.2.2.1. TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Por este segundo circuito hidráulico el agua circulará por las tuberías a una temperatura de 80°C, ya que en las tuberías hay pérdidas de calor y el intercambiador de calor no tiene un rendimiento del 100%, también se consideran pérdidas de calor, habiendo diferencia de temperatura entre el primer y el segundo circuito hidráulico.

Las tuberías por las que circulará el agua en el segundo circuito hidráulico son exactamente iguales que los del primer circuito. Todos los tubos son de polietileno de alta densidad de 100 mm de diámetro con un aislante de poliuretano de 5 cm de densidad. Por todos los conductos circulará el agua a 1 m/s.

Para calcular el caudal de la tubería se ha utilizado la fórmula " $Q = A * V$ ", donde Q es el caudal de la tubería (en m<sup>3</sup>/s), A es el área de la sección de la tubería, que en este caso, al ser de sección circular, se calcula como " $A = \pi * r^2$ ". Finalmente, V es la velocidad a la que circula el agua por el interior de la tubería en m/s.

Así se puede calcular el caudal de la tubería:

$$Q \left( m^3/s \right) = \pi * r^2(m) * V (m/s) = \pi * 0,05^2 * 1 = 7,854 * 10^{-3} m^3/s$$

El caudal del primer circuito es  $7,854 * 10^{-3} m^3/s$ , pero conviene también tenerlo en litros por hora y en litros por segundo:

$$Q = 7,854 * 10^{-3} m^3/s * \frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1000 l}{1 m^3} = 28.274 l/h * \frac{1 h}{3600 s} = 7,854 l/s$$

Este es el caudal de la tubería del segundo circuito hidráulico, pero hay que tener en cuenta las pérdidas de carga. La pérdida de carga en una canalización es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce.

Al ser un circuito tan pequeño, cuya función es acumular agua, llevarla desde el primer intercambiador hasta el segundo y su recorrido es de apenas 12 metros en total, no se van a considerar las pérdidas de carga, ya que son mínimas, pero sí se hará en el circuito de la calefacción, ya que son muchos más metros de longitud.

### 1.2.2.2. DEPÓSITO DE INERCIA

Un depósito de inercia es un tipo de batería de energía que acumula agua caliente. Se emplea para evitar que la caldera se pueda ver afectada por los arranques y paros de la instalación, ya que acumula agua caliente y la envía al sistema de calefacción dependiendo de la temperatura que necesite.

Es simplemente un depósito que acumula agua caliente en su interior, a unos 75-80°C. El que se utilizará en el presente proyecto será de acero no esmaltado con un aislamiento de alta eficiencia, 15 cm de espuma de poliuretano flexible de coeficiente de conductividad térmica de 0,038 W/m\*K.

Tendrá una altura de 4 metros y un diámetro de 3 metros, lo que hacen una capacidad de 28 m<sup>3</sup> (28.000 litros), con presión máxima de trabajo nominal de 3 bares y con temperatura máxima del agua de 95°C.

El agua caliente entrará al depósito por la parte superior con ayuda de una bomba hidráulica y saldrá por la parte inferior del depósito gracias a la gravedad.



Figura 18: Depósito de inercia  
Fuente: proveedores.com

En la figura anterior se puede ver un depósito de inercia como el que se instalará en el presente proyecto. Es un cilindro de gran capacidad por el que entra agua por la parte superior con ayuda de una bomba hidráulica y sale por la parte inferior gracias a la presión que acumula toda el agua de su interior.

Desde este depósito de inercia se mandará agua caliente al segundo intercambiador de calor y ahí empezará el tercer circuito hidráulico.

Para calcular cuánta energía es capaz de acumular este depósito, hay que tener en cuenta su capacidad, el salto térmico existente y el calor específico del agua. La capacidad del depósito es de 28.000 litros, el salto térmico es de 30°C, porque el agua entra al depósito con 80°C y sale con 50°C y el calor específico del agua es 1 kilocaloría por grado centígrado y litro. Así se calcula la energía que puede contener el depósito:

$$28.000 L * 30^{\circ}C * 1 \text{ Kcal}/^{\circ}C \text{ y } L = 840.000 \text{ Kcal}$$

La energía que contiene el depósito es de 840.000 kilocalorías, pero es preferible pasar estas unidades a vatios hora:

$$840.000 \text{ Kcal} * \frac{1,163 \text{ Wh}}{1 \text{ Kcal}} = 976.920 \text{ Wh} = 976,72 \text{ KWh}$$

Este depósito es capaz de almacenar 976,72 KWh por si la caldera deja de funcionar y se tuviera que utilizar esta agua para calentar el invernadero.

### 1.2.2.3. BOMBA HIDRÁULICA

Para que el agua discurra por las tuberías de este circuito con la velocidad y el caudal que se indica, se debe instalar una bomba hidráulica para impulsar el agua de su interior.

Una bomba hidráulica (o bomba de agua) es una máquina generadora que trabaja con un fluido en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. La misión de una bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación.

En este segundo circuito, la bomba hidráulica se situará entre el primer intercambiador de calor y el depósito de inercia. Así, el agua será impulsada hasta la parte superior del depósito y de éste irá saliendo el agua de forma natural, gracias a la gravedad, pasando por el segundo intercambiador de calor y volviendo el agua fría hasta el primer intercambiador.

Para calcular la potencia de la bomba se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta}$$

Donde “P” es la potencia de la bomba (en vatios), “Q” es el caudal total (en litros por segundo), “g” es la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>), “H” es la presión máxima (en metro de columna de agua) y “δ” es el rendimiento de la bomba (suele ser 0,6).

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta} = 7,854 \text{ l/s} * 9,8 \text{ m/s}^2 * \frac{4 \text{ m}}{0,6} = 513,128 \text{ W}$$

La potencia mínima de la bomba será de 513,128 W, ya que se ha calculado con la fórmula teniendo en cuenta el caudal en litros por segundo, la gravedad, el rendimiento y la presión máxima, que son 4 metros de columna de agua porque es lo que hay que elevar el agua para que suba hasta el depósito de inercia.

Siempre hay que poner algo más de potencia en la bomba, por lo que se instalará una de 1 caballo de vapor (CV), es decir, 745 vatios (W).

La bomba que se instalará es la siguiente:



Figura 19: Bomba hidráulica de 1 CV  
Fuente: aquazon.es

Las características de esta bomba son que tiene una potencia de 745 W (1 CV), un caudal máximo de 30 m<sup>3</sup>/h y un voltaje de 230 V.

Se instalarán dos manómetros, uno antes de la bomba y otro después, a parte de una válvula reductora de presión y un purgador de aire, igual a las que están explicadas en el apartado "1.2.1.2. Bomba hidráulica" de este mismo anejo.

### **1.2.3. TERCER CIRCUITO (CALEFACCIÓN)**

El tercer circuito hidráulico es el sistema de calefacción del invernadero. Se iniciará en el segundo intercambiador de calor. Al salir del mismo, la tubería se dividirá en tres ramales, cada uno con su bomba hidráulica, y cada una de más potencia, para distribuir el agua caliente por todo el invernadero. Después el agua volverá hasta el intercambiador de calor para ser elevada su temperatura de nuevo.

#### **1.2.3.1. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN**

La instalación de la calefacción se dividirá en tres conductos diferentes, cada uno con su bomba hidráulica, pasará por el invernadero elevando la temperatura de su interior y volverán a unirse los tres conductos en uno, para pasar de nuevo por el intercambiador de calor y recuperar la temperatura adecuada para mantener el interior del invernadero caliente. En el apartado "1.2.4. Esquema de toda la instalación hidráulica" de este mismo anejo se puede ver de forma detallada el esquema según se explica aquí.

El agua saldrá del intercambiador de calor a una temperatura de 40-50°C y la tubería se dividirá en tres ramales. De ahí cada tubería tendrá una bomba hidráulica, cada una de más potencia que la anterior, porque el segundo ramal tiene que mandar el agua más lejos que el primero, y el tercero mucho más que los dos anteriores.

El primer ramal irá pegado a la pared del invernadero, coincidiendo su largura con el ancho del invernadero. Ese ramal se dividirá en 79 tubos de polietileno más pequeños, coincidiendo estos con las filas del cultivo del invernadero y estando separados entre sí un metro, para distribuir el calor de forma adecuada.

Se debe tener en cuenta que el invernadero tiene 150 metros de largo y que se dividirá en tres secciones, cada una de 80 por 50 metros, para que así vaya cada ramal a una sección y distribuir el calor uniformemente.

El segundo ramal tendrá una bomba hidráulica más potente que el primero, ya que tendrá que mandar el agua 50 metros por el exterior para luego hacer un giro y entrar en el invernadero, donde recorrerá los 80 metros de ancho del mismo.

Finalmente, el tercer ramal hará lo mismo que el segundo, pero enviando el agua 100 metros por el exterior del invernadero, por lo que habrá que instalar una bomba más potente. Luego girará y recorrerá los 80 metros de ancho del invernadero, dividiéndose

la tubería en 79 tubos pequeños de polietileno, separados un metro entre sí coincidiendo con las líneas de cultivo y distribuyendo correctamente el calor.

En la siguiente figura se puede ver el esquema de cómo será la instalación de la calefacción.

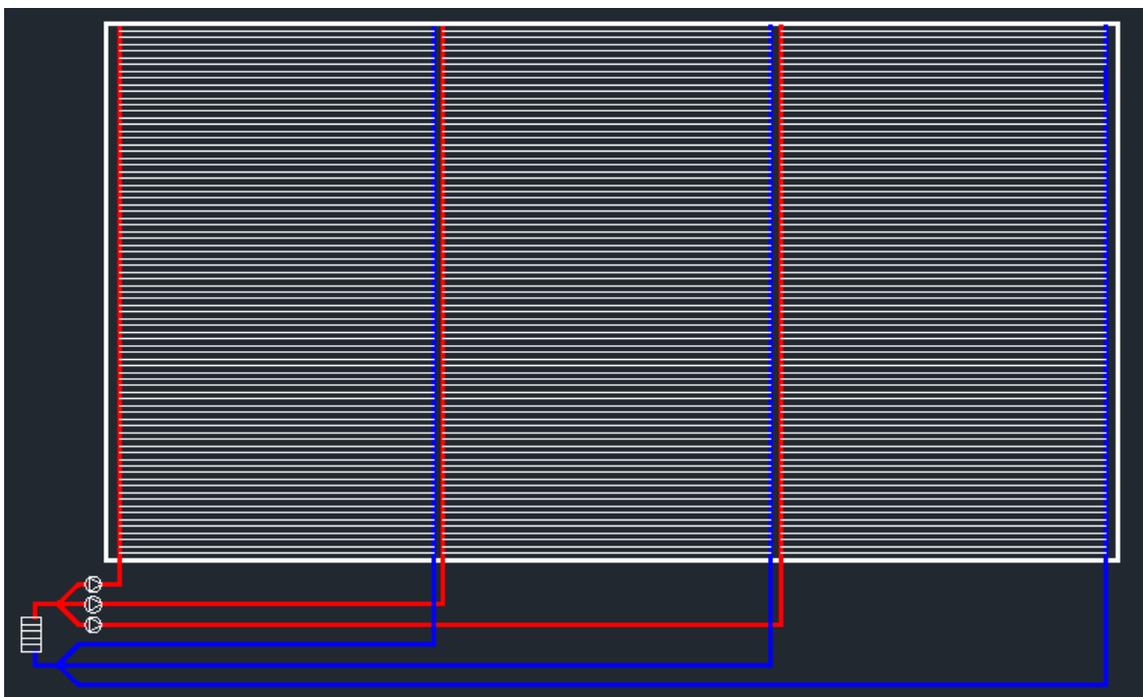


Figura 20: Esquema de la instalación de calefacción  
Fuente: AutoCad (elaboración propia)

En la figura anterior se puede observar un esquema de la instalación de la calefacción en el invernadero. En rojo se representa el agua caliente y en azul el agua fría.

Empezando por la parte izquierda, habrá un intercambiador y el calor llegará del segundo circuito hidráulico, procediendo el mismo de la caldera. El calor llegará a la tubería principal, que empieza según se ve en la figura, la tubería roja que sale del intercambiador de calor. Ahí la tubería se divide en tres ramales, cada uno con su bomba hidráulica de diferentes potencias. La de menor potencia será la del primer ramal porque es la que menos distancia tiene que recorrer el agua y la de mayor potencia será la del tercer ramal porque es la que más distancia tiene que recorrer el agua.

De cada ramal saldrán 79 tuberías que se encargarán de distribuir el calor por todo el invernadero, dividiendo el mismo en tres partes. El agua fría volverá a unas tuberías de igual diámetro que las anteriores y los tres ramales se volverán a unir en una misma tubería, de caudal tres veces mayor a cada uno de los ramales.

En los siguientes apartados se describen cómo van a ser las tuberías (material, diámetro, caudal...) y la potencia de las bombas.

### 1.2.3.2. TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE LA CALEFACCIÓN

Las tuberías de la calefacción serán de polietileno de alta densidad, ya que interesa que no sea rígido del todo para poder manejarlo. En cambio, las tuberías que forman los tres ramales y la tubería principal serán de PVC, ya que tendrán mucho más diámetro.

La distribución del agua caliente se realiza a través de un sistema de tuberías de polietileno de alta densidad de 3,2 cm de diámetro colocadas a nivel de suelo próximas a la planta.



Figura 21: Sistema de calefacción en invernadero  
Fuente: invernaderosima.com

En la imagen anterior se puede ver la calefacción en un invernadero con un cultivo de tomates mediante tuberías de polietileno de 3,2 cm de diámetro (0,016 metros de radio). La velocidad que se ha fijado es de 1 m/s, y así se puede calcular el caudal:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = \pi * r^2(m) * V \left( \frac{m}{s} \right) = \pi * 0,016^2 * 1 = 8,042 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

El caudal del circuito de la calefacción es  $8,042 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}$ , pero conviene también tenerlo en litros por hora:

$$Q = 8,042 * 10^{-4} \frac{m^3}{s} * \frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 m^3} = 2.895 \text{ l/h}$$

Este es el caudal de las tuberías que conforman la instalación de la calefacción, pero hay que tener en cuenta las pérdidas de carga. La pérdida de carga en una canalización es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Se pueden calcular mediante la tabla de la figura que se encuentra al final de este apartado.

Según la tabla de las pérdidas de carga, que está al final de este apartado, sabiendo que la tubería tiene un diámetro de 32 mm y el caudal es de 2.895 l/h, se puede comprobar que pierde 3 metros por cada 100 metros. En este caso, estas tuberías de la calefacción tienen 50 metros, por lo que tendrán una pérdida de carga de 1,5 metros en total, pero al haber 79 tuberías, hay que multiplicarlo por el número de tuberías, por lo que las pérdidas de carga son de 118,5 metros. Este número se considera para cada ramal.



Figura 22: Tubería de polietileno de 32 mm  
Fuente: rinxela.com

Las tuberías de polietileno de 32 mm serán como las que se ven en la figura anterior.

Una vez se ha calculado el caudal de las tuberías que conforman la calefacción, hay que calcular el caudal y el diámetro que tienen que tener los tres ramales que llevarán el agua hasta dichos conductos.

Para calcular el caudal que tienen que tener los ramales hay que multiplicar el caudal de los conductos de la calefacción por el número de los mismos, es decir, 79 conductos son los que salen de los ramales, ya que si el invernadero tiene una anchura de 80 metros y cada calle mide un metro, habrá 79 líneas, por lo tanto se multiplicará el caudal de un conducto por los 79 que hay.

$$Q * n = 8,042 * 10^{-4} * 79 = 0,0635 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal que debe tener cada ramal es de 0,0635 m<sup>3</sup>/s. Sabiendo que el caudal es igual al área de la tubería por la velocidad por la que circulará el agua en su interior, se puede calcular el radio de la misma.

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = \pi * r^2(m) * V \left( \frac{m}{s} \right) \rightarrow 0,0635 = \pi * r^2 * 1 \rightarrow r = 0,142 \text{ m}$$

Las tuberías de los ramales serán de PVC y tendrán un diámetro de 28,4 cm (con un aislante de poliuretano rígido de 5 cm de espesor). El agua por su interior circulará a 1 m/s con un caudal de 0,0635 m<sup>3</sup>/s (228.600 l/h).

Este es el caudal de los tres ramales, pero hay que tener en cuenta las pérdidas de carga. La pérdida de carga en una canalización es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Se pueden calcular mediante la tabla de la figura que se encuentra al final de este apartado.

Según la tabla de las pérdidas de carga, que está al final de este apartado, sabiendo que la tubería tiene un diámetro de 28,4 cm y el caudal es de 228.600 l/h, se estima que las pérdidas de carga serán de 8 metros por cada 100 metros.

Los ramales de ida tienen unas longitudes de 80, 130 y 180 metros, por lo que sus pérdidas de carga serán de 6'4, 10'4 y 14'4 metros respectivamente.

Los ramales de vuelta tienen unas longitudes de 130, 180 y 230 metros, por lo que sus pérdidas de carga serán de 10'4, 14'4 y 18'4 metros respectivamente.

Todas estas pérdidas de carga sirven para calcular la potencia de las bombas, ya que habrá que sumar todas las pérdidas de carga.

La siguiente figura muestra las pérdidas de carga de tuberías de PVC y polietileno, es decir, de los materiales de los que se instalarán las tuberías. Se necesita saber el diámetro interior de la tubería en milímetros y el caudal en litros por hora, para saber los metros de agua por cada 100 metros de recorrido.

## INFORMACIÓN TÉCNICA

### Tabla de pérdidas de carga (Tuberías de PVC / Polietileno)

Por rozamiento del agua en las tuberías, expresada en metros por cada 100 m de tubería recta.

| Q(l/h)                                                 | Diámetro interior de la tubería en mm. |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |     |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|                                                        | 14                                     | 19   | 25   | 32   | 38   | 50   | 63   | 75   | 89   | 100 | 125 | 150 |     |      |     |
| Metros de columna de agua por 100 m de recorrido recto |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 500                                                    | 8,9                                    | 2,1  | 0,8  |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 800                                                    | 20,2                                   | 4,7  | 1,3  | 0,4  |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 1000                                                   | 29,8                                   | 7    | 1,9  | 0,6  |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 1500                                                   |                                        | 14,2 | 3,9  | 1,2  | 0,5  |      |      |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 2000                                                   |                                        | 23,5 | 6,4  | 2    | 0,9  |      |      |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 2500                                                   |                                        |      | 9,4  | 2,9  | 1,3  | 0,4  |      |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 3000                                                   |                                        |      | 13   | 4    | 1,8  | 0,5  | 0,2  |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 3500                                                   |                                        |      | 17   | 5,3  | 2,3  | 0,6  | 0,2  |      |      |     |     |     |     |      |     |
| 4000                                                   |                                        |      | 21,5 | 6,6  | 2,9  | 0,8  | 0,3  | 0,1  |      |     |     |     |     |      |     |
| 4500                                                   |                                        |      |      | 8,2  | 3,6  | 1    | 0,3  | 0,1  |      |     |     |     |     |      |     |
| 5000                                                   |                                        |      |      | 9,8  | 4,3  | 1,2  | 0,4  | 0,2  |      |     |     |     |     |      |     |
| 5500                                                   |                                        |      |      | 11,6 | 5,1  | 1,4  | 0,5  | 0,2  |      |     |     |     |     |      |     |
| 6000                                                   |                                        |      |      | 13,5 | 6    | 1,6  | 0,5  | 0,2  |      |     |     |     |     |      |     |
| 6500                                                   |                                        |      |      | 15,5 | 6,9  | 1,9  | 0,6  | 0,3  |      |     |     |     |     |      |     |
| 7000                                                   |                                        |      |      | 17,7 | 7,8  | 2,1  | 0,7  | 0,3  |      |     |     |     |     |      |     |
| 8000                                                   |                                        |      |      | 22,4 | 9,9  | 2,7  | 0,9  | 0,4  | 0,2  |     |     |     |     |      |     |
| 9000                                                   |                                        |      |      |      | 12,1 | 3,3  | 1,1  | 0,5  | 0,2  |     |     |     |     |      |     |
| 10000                                                  |                                        |      |      |      | 14,6 | 4    | 1,3  | 0,6  | 0,3  | 0,1 |     |     |     |      |     |
| 12000                                                  |                                        |      |      |      | 20,1 | 5,5  | 1,8  | 0,8  | 0,4  | 0,2 |     |     |     |      |     |
| 15000                                                  |                                        |      |      |      | 29,7 | 8,1  | 2,7  | 1,2  | 0,5  | 0,3 |     |     |     |      |     |
| 18000                                                  |                                        |      |      |      |      | 11,1 | 3,7  | 1,6  | 0,7  | 0,4 | 0,1 |     |     |      |     |
| 20000                                                  |                                        |      |      |      |      | 13,3 | 4,5  | 1,9  | 0,9  | 0,5 | 0,2 |     |     |      |     |
| 25000                                                  |                                        |      |      |      |      | 19,7 | 6,6  | 2,9  | 1,3  | 0,7 | 0,3 |     |     |      |     |
| 30000                                                  |                                        |      |      |      |      |      | 9    | 4    | 1,8  | 1   | 0,3 | 9,1 |     |      |     |
| 35000                                                  |                                        |      |      |      |      |      | 11,8 | 5,2  | 2,3  | 1,3 | 0,5 | 0,2 |     |      |     |
| 40000                                                  |                                        |      |      |      |      |      | 15   | 6,5  | 2,9  | 1,7 | 0,6 | 0,2 |     |      |     |
| 45000                                                  |                                        |      |      |      |      |      | 18,4 | 8    | 3,6  | 2   | 0,7 | 0,3 |     |      |     |
| 50000                                                  |                                        |      |      |      |      |      |      | 9,7  | 4,3  | 2,5 | 0,9 | 0,4 |     |      |     |
| 60000                                                  |                                        |      |      |      |      |      |      | 13,3 | 5,9  | 3,4 | 1,2 | 0,5 |     |      |     |
| 70000                                                  |                                        |      |      |      |      |      |      |      | 7,7  | 4,4 | 1,5 | 0,8 |     |      |     |
| 80000                                                  |                                        |      |      |      |      |      |      |      | 10,4 | 5,6 | 1,9 | 0,8 |     |      |     |
| 90000                                                  |                                        |      |      |      |      |      |      |      | 12,9 | 7,3 | 2,4 | 1   |     |      |     |
| 100000                                                 |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      | 8,9 | 2,9 | 1,2 |     |      |     |
| 125000                                                 |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |     | 4,5 | 1,8 |     |      |     |
| 150000                                                 |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     | 6,3 | 2,6 |      |     |
| 175000                                                 |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     | 8,4 | 3,5  |     |
| 200000                                                 |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     | 10,7 | 4,4 |
| 250000                                                 |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      | 6,7 |
| 300000                                                 |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      | 9,3 |

Figura 23: Pérdidas de carga en tubería de polietileno  
Fuente: ingemecanica.com

### 1.2.3.3. BOMBAS HIDRÁULICAS DE LA CALEFACCIÓN

En la instalación de la calefacción se instalarán tres bombas hidráulicas, una para cada ramal, ya que para que el agua discurra por las tuberías de todo el circuito con la velocidad y el caudal que se indica, se deben instalar bombas hidráulicas para impulsar el agua de su interior.

Una bomba hidráulica (o bomba de agua) es una máquina generadora que trabaja con un fluido en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. La misión de una bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación.

Las bombas hidráulicas se situarán después del intercambiador de calor, una vez se haya separado la tubería principal en los tres ramales.

Primero se va a calcular la potencia de la primera bomba hidráulica, que es el circuito más corto. Para calcular la potencia de la bomba se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta}$$

Donde "P" es la potencia de la bomba (en vatios), "Q" es el caudal total (en litros por segundo), "g" es la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>), "H" es la presión máxima (en metro de columna de agua) y "δ" es el rendimiento de la bomba (suele ser 0,6).

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta} = 63,5 \text{ l/s} * 9,8 \text{ m/s}^2 * \frac{25 \text{ m}}{0,6} = 25.929 \text{ W} * \frac{1 \text{ CV}}{745,7 \text{ W}} = 35 \text{ CV}$$

La bomba tendrá una potencia de 35 caballos de vapor (CV), ya que se ha calculado con la fórmula teniendo en cuenta el caudal en litros por segundo, la gravedad, el rendimiento y la presión máxima, que son 25 metros de columna de agua, contando las pérdidas de carga.

Para calcular la potencia de la segunda bomba hidráulica:

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta} = 63,5 \text{ l/s} * 9,8 \text{ m/s}^2 * \frac{30 \text{ m}}{0,6} = 31.115 \text{ W} * \frac{1 \text{ CV}}{745,7 \text{ W}} = 41 \text{ CV}$$

La bomba tendrá una potencia de 41 caballos de vapor (CV), ya que se ha calculado con la fórmula teniendo en cuenta el caudal en litros por segundo, la gravedad, el rendimiento y la presión máxima, que son 30 metros de columna de agua, contando las pérdidas de carga.

Para calcular la potencia de la tercera bomba hidráulica:

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta} = 63,5 \text{ l/s} * 9,8 \text{ m/s}^2 * \frac{35 \text{ m}}{0,6} = 36.300 \text{ W} * \frac{1 \text{ CV}}{745,7 \text{ W}} = 48 \text{ CV}$$

La bomba tendrá una potencia de 48 caballos de vapor (CV), ya que se ha calculado con la fórmula teniendo en cuenta el caudal en litros por segundo, la gravedad, el rendimiento y la presión máxima, que son 35 metros de columna de agua, contando las pérdidas de carga.

Las bombas que se instalarán en los tres ramales serán de pistones, con potencias de 35, 41 y 48 CV. Antes y después de cada bomba habrá un manómetro, a parte de haber una válvula reductora de presión y un purgador de aire en cada circuito.

### 1.2.4. ESQUEMA DE TODA LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA

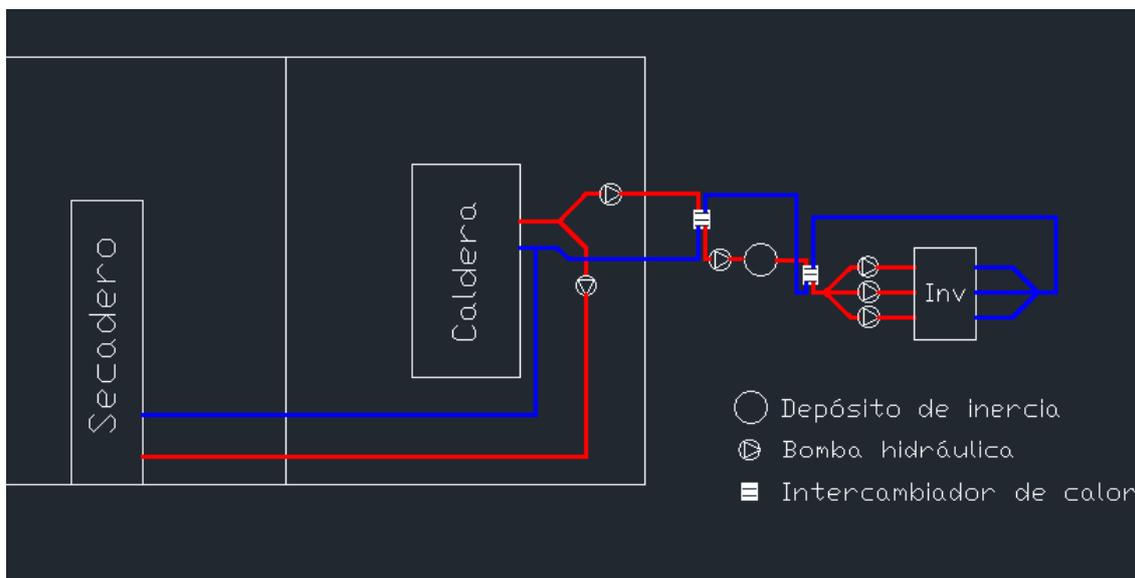


Figura 24: Esquema de toda la instalación hidráulica  
Fuente: AutoCad (elaboración propia)

En la imagen anterior (realizada con el programa AutoCad) se puede ver la instalación hidráulica entera, empezando por la caldera (en rojo el agua caliente y en azul el agua menos caliente). El agua saldrá de la caldera y habrá un selector para decidir la dirección del agua caliente (invernadero, secadero o ambas).

### 1.3. DISEÑO DEL TRANSPORTE DE CALOR AL SECADERO

El sistema de transporte de calor de la caldera al secadero es muy parecido al sistema de transporte de calor de la caldera al invernadero, sólo que en vez de haber tres circuitos, hay uno. Cuando el agua llegue al secadero, habrá un intercambiador de calor que calentará aire para secar la biomasa.

#### 1.3.1. TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Por este circuito hidráulico el agua circulará por las tuberías a una temperatura de 80°C, ya que el agua saldrá de la caldera a esa temperatura.

Las tuberías por las que circulará el agua en este circuito hidráulico son tubos de polietileno de alta densidad de 100 mm de diámetro con un aislante de poliuretano de 5 cm de densidad, por los que circulará el agua a 1 m/s.

Para calcular el caudal de la tubería se ha utilizado la fórmula “ $Q = A * V$ ”, donde Q es el caudal de la tubería (en m<sup>3</sup>/s), A es el área de la sección de la tubería, que en este caso, al ser de sección circular, se calcula como “ $A = \pi * r^2$ ”. Finalmente, V es la velocidad a la que circula el agua por el interior de la tubería en m/s.

Así se puede calcular el caudal de la tubería:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = \pi * r^2(m) * V \left( \frac{m}{s} \right) = \pi * 0,05^2 * 1 = 7,854 * 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

El caudal de este circuito es 7,854\*10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/s, pero conviene también tenerlo en litros por hora y en litros por segundo:

$$Q = 7,854 * 10^{-3} \frac{m^3}{s} * \frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 28.274 \text{ l/h} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 7,854 \text{ l/s}$$

Este es el caudal de la tubería del segundo circuito hidráulico, pero hay que tener en cuenta las pérdidas de carga. La pérdida de carga en una canalización es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce.

Al ser un circuito tan pequeño, cuya función es llevar el agua desde la caldera hasta el secadero y su recorrido es de apenas 40 metros en total, no se van a considerar las pérdidas de carga, ya que son mínimas.

### 1.3.2. BOMBA HIDRÁULICA

Para que el circuito discorra por las tuberías con la velocidad y el caudal que se indica en el apartado anterior, se debe instalar una bomba hidráulica para impulsar el agua del interior del primer circuito.

Una bomba hidráulica (o bomba de agua) es una máquina generadora que trabaja con un fluido en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. La misión de una bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación.

En este circuito, la bomba hidráulica se situará justo después de la caldera, para que impulse el agua hacia el secadero y vuelva hasta la caldera.

Para calcular la potencia de la bomba se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta}$$

Donde “P” es la potencia de la bomba (en vatios), “Q” es el caudal total (en litros por segundo), “g” es la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>), “H” es la presión máxima (en metro de columna de agua) y “δ” es el rendimiento de la bomba (suele ser 0,6).

$$P = Q * g * \frac{H}{\delta} = 7,854 \text{ l/s} * 9,8 \text{ m/s}^2 * \frac{1 \text{ m}}{0,6} = 128,3 \text{ W}$$

La potencia mínima de la bomba será de 128,3 W, aunque se debe poner más potencia. Se ha calculado con la fórmula teniendo en cuenta el caudal en litros por segundo, la gravedad, el rendimiento y la presión máxima, que se ha puesto 1 porque al ser un circuito tan pequeño, las pérdidas de carga son mínimas.

Las características de esta bomba son que tiene una potencia de 370 W, un caudal máximo de 30 m<sup>3</sup>/h, un voltaje de 230 V y el tipo de bomba que es, que es una bomba de superficie, con una profundidad de aspiración de 30 metros.

Antes y después de la bomba se instalarán dos manómetros, que son un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en circuitos cerrados, a parte de una válvula reductora de presión y un purgador de aire.

## 1.4. DISEÑO DEL APROVECHAMIENTO DEL CO<sub>2</sub>

El CO<sub>2</sub> que produce la astilla de biomasa al quemar es muy poco, pero cuando lo necesite el invernadero, este dióxido de carbono producido se va a introducir dentro para ayudar al cultivo a hacer la fotosíntesis.

El CO<sub>2</sub> es esencial para que se produzca la fotosíntesis en las plantas. El aporte de CO<sub>2</sub> es muy importante para el correcto desarrollo del cultivo, además del agua y la luz. Al aumentar la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior de un invernadero se incrementa la actividad fotosintética, lo que se traduce en un aumento de la precocidad, el rendimiento, la producción (del orden del 15-25%) y la calidad de la cosecha. Para que se produzca una buena asimilación del CO<sub>2</sub>, el factor más importante es la radiación solar, aunque también influyen la ventilación, la temperatura y humedad.

Las plantas requieren una concentración de CO<sub>2</sub> de 700 a 1000 ppm. Sin embargo, la concentración en el exterior está en torno a 350-380 ppm, y en el interior del invernadero puede llegar incluso a niveles inferiores de 100 ppm, si no se produce una buena ventilación.

Cuando la radiación solar aumenta y las demás condiciones son adecuadas, la actividad fotosintética se incrementa de tal forma que, si las ventanas del invernadero permanecen cerradas, la concentración de CO<sub>2</sub> del aire del invernadero disminuye por debajo de la concentración de CO<sub>2</sub> del exterior, llegando un momento en el que la actividad fotosintética desciende, e incluso se detiene por deficiencia de CO<sub>2</sub>. Esto se traduce en una pérdida de producción y en un retraso de la cosecha. De ahí la importancia de aplicar CO<sub>2</sub> en el momento preciso.

Teniendo en cuenta las variables climáticas interiores y exteriores, se puede corregir la dosificación de CO<sub>2</sub> en función de la radiación, temperatura, humedad, velocidad del viento, etc... gracias a la monitorización del cultivo a través de sensores y equipos de control climático. O incluso se podría llegar a parar la aplicación de CO<sub>2</sub> si las condiciones climáticas en el invernadero no permiten la apertura estomática de la planta.

Al quemar las astillas de madera procedentes del secadero de la central se producirá ese CO<sub>2</sub> necesario para introducir al invernadero, a parte de más sustancias que se pueden ver en la tabla inferior.

El análisis de las astillas de madera de pino es el siguiente:

Tabla 1: Análisis elemental en base seca de las astillas de biomasa

| Análisis elemental en base seca (%) | Carbón (C) | Hidrógeno (H) | Nitrógeno (N) | Azufre (S) | Oxígeno (O) | Cenizas |
|-------------------------------------|------------|---------------|---------------|------------|-------------|---------|
|                                     | 41,1       | 6,1           | 0,36          | 0,05       | 47,59       | 4,8     |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla superior, al quemar las astillas de madera, se van a producir varios gases, pero el 88,69 % va a ser CO<sub>2</sub>, por lo que no habrá problemas de introducirlo en el invernadero.

Los gases emitidos al quemar la biomasa podrán tener dos direcciones, el interior del invernadero o la atmósfera. Saldrán de la caldera por una tubería de aluminio de 30 cm de diámetro y la dirección que tome se podrá controlar desde las oficinas de la central.



Figura 25: Tubo de aluminio de 30 cm de diámetro  
Fuente: Amazon

En la figura superior se puede ver un tubo de aluminio de 30 cm de diámetro como el que se instalará para la salida de humos de la caldera. Podrá tomar dos direcciones, el invernadero o la atmósfera.

El tubo que sale a la atmósfera estará justo encima de la caldera y tendrá sólo 2 metros de largo, ya que es la distancia que hay desde el punto más alto de la caldera hasta algo más de la cubierta de la nave, sobresaliendo un trozo por la misma.

El tubo que va hasta el invernadero será de unos 15 metros. El CO<sub>2</sub> entrará al invernadero por un solo punto, que será la esquina más cercana al edificio de generación y se distribuirá por todo el invernadero.

La decisión de que el CO<sub>2</sub> se expulse a la atmósfera o se conduzca hasta el invernadero se tomará en las oficinas de la central y desde ahí se podrá determinar el destino del dióxido de carbono. Para ello habrá un selector como el de un circuito hidráulico.

El invernadero sólo necesitará CO<sub>2</sub> en determinados momentos, eso lo determinarán los técnicos encargados de la producción del invernadero. Cuando haya aporte de CO<sub>2</sub> al invernadero, sólo se realizará durante el día, cuando las plantas estén haciendo la fotosíntesis, durante la noche, los gases se emitirán a la atmósfera. Esto se debe a que las plantas, cuando hay luz, hacen la fotosíntesis y necesitan dióxido de carbono, pero cuando no hay luz, respiran y necesitan oxígeno. Esta es la razón por lo que sólo se aportará CO<sub>2</sub> por el día.

## **1.5. DISEÑO DE LA RECOGIDA DE CENIZAS**

Debajo de la caldera habrá un depósito de cenizas, que es donde irán cayendo las mismas una vez se vayan quemando las astillas de madera en la parrilla del interior de la caldera. Este depósito tendrá 1 metro cúbico de capacidad. Las cenizas tienen una densidad de 850 Kg/m<sup>3</sup>, es decir, que el depósito tiene capacidad para unos 850 Kg de cenizas.

La caldera produce diariamente 640,32 Kg de cenizas, y al tener el depósito una capacidad para 850 Kg, habrá que vaciar el depósito diariamente, lo tendrán que hacer los operarios de la central cada día. Lo llevarán al contenedor situado en el patio exterior de la central, que tendrá 2 metros de alto, dos metros de ancho y 8 metros de largo, lo que hacen 32 metros cúbicos, por lo que si tenemos en cuenta la densidad de las astillas, la capacidad del contenedor será de 27.200 Kg, por lo que se llenará a los 42,47 días. Para que el contenedor tampoco se llene del todo, un camión vendrá a recogerlo cada 40 días.

Todos estos datos se recogen perfectamente en el anejo "Plan de gestión de residuos", en el que se explican los usos de la ceniza y su gestión.

## **2. DISEÑO DE LAS OPERACIONES**

Una vez visto todo el proceso que seguirá el proyecto, se procede a explicar cuándo funcionará el proyecto, es decir, el programa productivo. Se detallarán los horarios de producción y funcionamiento de todos los elementos que conforman el presente proyecto.

## 2.1. DISTRIBUCIÓN DEL CALOR PRODUCIDO POR LA CALDERA

La caldera de combustión de biomasa estará funcionando todos los días del año, las 24 horas del día, sólo parará un día al año para su mantenimiento, y ese día será el 2 de mayo de cada año, coincidiendo con el final del primer ciclo de tomates del invernadero. Ese día se revisará la caldera por dentro para comprobar que todos los elementos están en un buen estado y se limpiará de hollín y de restos de ceniza que se quedan en las paredes de la caldera, aunque la astilla de biomasa quema muy bien, produce muy pocos gases y muy poca ceniza.

El destino del calor no será siempre el mismo, unas veces el calor irá destinado al invernadero (cuando se necesite) y otras veces irá destinado al secadero de biomasa. En este apartado se va a diferenciar, por meses, el destino del agua caliente producida gracias a la biomasa.

Suponiendo que la caldera está siempre en funcionamiento, no se detiene bajo ningún concepto, y su rendimiento es siempre del 100%, es decir, que cada hora que está funcionando produce 2 MW, produciría 48 MW diarios, ya que está funcionando las 24 horas del día.

En la tabla siguiente se detalla el consumo de energía por meses y el destino del agua caliente, dependiendo de las necesidades del invernadero.

Tabla 2: Destino del calor producido por la biomasa por meses

| MESES      | ENERGÍA QUE PRODUCE LA CALDERA POR DÍA (MW) | ENERGÍA MEDIA MENSUAL QUE NECESITA EL INVERNADERO POR DÍA (MW) | CULTIVO PLANTADO EN EL INVERNADERO | ENERGÍA MEDIA MENSUAL SOBRANTE PARA EL SECADERO POR DÍA (MW) |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Enero      | 48                                          | 17,552                                                         | Tomates                            | 30,448                                                       |
| Febrero    | 48                                          | 15,098                                                         | Tomates                            | 32,902                                                       |
| Marzo      | 48                                          | 9,342                                                          | Tomates                            | 38,658                                                       |
| Abril      | 48                                          | 6,421                                                          | Tomates                            | 41,579                                                       |
| Mayo       | 48                                          | 4,065                                                          | Ninguno                            | 48                                                           |
| Junio      | 48                                          | 2,572                                                          | Tomates                            | 45,428                                                       |
| Julio      | 48                                          | 1,942                                                          | Tomates                            | 46,058                                                       |
| Agosto     | 48                                          | 2,827                                                          | Tomates                            | 45,173                                                       |
| Septiembre | 48                                          | 5,224                                                          | Tomates                            | 42,776                                                       |
| Octubre    | 48                                          | 9,060                                                          | Ninguno                            | 48                                                           |
| Noviembre  | 48                                          | 13,506                                                         | Lechugas                           | 34,494                                                       |
| Diciembre  | 48                                          | 17,569                                                         | Lechugas                           | 30,431                                                       |

Fuente: Elaboración propia

El programa productivo que sigue la central de biomasa es el que se puede ver reflejado en la tabla anterior. La caldera está siempre produciendo energía y produce diariamente 48 MW. Si a esa energía se le restan los aportes que habrá que hacerle al invernadero, la energía sobrante irá destinada al secadero. Los aportes de energía que hay que hacerle al invernadero se recogen en el anejo “Cálculo de las necesidades energéticas del invernadero”. Durante los meses de mayo y octubre, se destinará todo el calor para el secadero de biomasa porque en estos meses no habrá ningún cultivo dentro del invernadero, se deja descansar a la tierra, por lo que en estos meses el invernadero tampoco tiene ningún aporte de calor.

## 2.2. PROGRAMA PRODUCTIVO DE LA COMPRA Y EL SECADO DE LAS ASTILLAS

El secadero tampoco parará de funcionar siempre y cuando le llegue calor procedente de la caldera, por lo que el calor sobrante llegará a los intercambiadores de calor del secadero para generar aire caliente y secar la biomasa. La cantidad de biomasa que se seca diariamente irá en función de la cantidad de calor que llegue al secadero procedente de la caldera.

Se estima que por cada megavatio (MW) de calor que llega al secadero procedente de la caldera se puede secar una tonelada de biomasa, debido a que hay muchas pérdidas en los intercambiadores de calor para transferir el calor del agua al aire. Además, esto es una estimación, porque la caldera puede tener paradas.

En la siguiente tabla se pueden ver los Kg de biomasa que se secan cada día en la central. Se hace una media de cada mes porque es algo que depende de las necesidades energéticas del invernadero.

Tabla 3: Media mensual de los Kg de biomasa que se secan diariamente

| MESES      | ENERGÍA MEDIA SOBRANTE PARA EL SECADERO POR DÍA (MW) | MEDIA MENSUAL DE LOS KG DE BIOMASA QUE SE SECAN DIARIAMENTE (Kg) |
|------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Enero      | 30,45                                                | 30.448                                                           |
| Febrero    | 32,9                                                 | 32.902                                                           |
| Marzo      | 38,65                                                | 38.658                                                           |
| Abril      | 41,58                                                | 41.579                                                           |
| Mayo       | 48                                                   | 48.000                                                           |
| Junio      | 45,43                                                | 45.428                                                           |
| Julio      | 46,06                                                | 46.058                                                           |
| Agosto     | 45,17                                                | 45.173                                                           |
| Septiembre | 42,77                                                | 42.776                                                           |
| Octubre    | 48                                                   | 48.000                                                           |
| Noviembre  | 34,49                                                | 34.494                                                           |
| Diciembre  | 30,43                                                | 30.431                                                           |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla anterior, al día en la central se secan todos esos Kg de biomasa, es decir, esas son las cantidades medias diarias de astillas húmedas que se comprarán. De todas esas cantidades, 13.340 Kg diarios de astillas irán destinados a su combustión en la caldera, porque es lo que consume la caldera diariamente. Así se pueden calcular los Kg de biomasa que se venderán diariamente, pero se hace una media de todos los días del mes. Calcular estas cantidades serviría para conocer la viabilidad económica del proyecto, un factor importante a la hora de invertir en el mismo. De media se compran 40.320 Kg de astillas al día, siendo el día que más 48.000 Kg en mayo y octubre (porque no hay nada en el invernadero) y 30.431 Kg el día que menos (en diciembre, porque el invernadero necesita mucho calor).

En este proyecto no se comprarán más astillas de biomasa de las que se secarán diariamente, ya que comprar astillas para no poder secarlas es algo innecesario. Absolutamente todo en este proyecto viene determinado por las necesidades energéticas del invernadero. Si necesita más energía, irá menos calor destinado al secadero y por lo tanto se comprarán y se venderán menos Kg de astillas.

### 2.3. PROGRAMA PRODUCTIVO DE LA VENTA DE ASTILLAS

La venta de las astillas también estará determinada por las necesidades energéticas del invernadero. Cuantas más tenga, menos astillas se venderán.

En la siguiente tabla se puede ver cuántos Kg diarios se venderían de media cada mes:

Tabla 4: Media mensual de los Kg de biomasa que se venden diariamente

| MESES      | MEDIA MENSUAL DE LOS KG DE BIOMASA QUE SE COMPRAN DIARIAMENTE (Kg) | CONSUMO DIARIO DE LA CALDERA (Kg) | MEDIA MENSUAL DE LOS KG DE BIOMASA QUE SE VENDEN DIARIAMENTE (Kg) |
|------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Enero      | 30.448                                                             | 13.340                            | 17.108                                                            |
| Febrero    | 32.902                                                             | 13.340                            | 19.562                                                            |
| Marzo      | 38.658                                                             | 13.340                            | 25.318                                                            |
| Abril      | 41.579                                                             | 13.340                            | 28.239                                                            |
| Mayo       | 48.000                                                             | 13.340                            | 34.660                                                            |
| Junio      | 45.428                                                             | 13.340                            | 32.088                                                            |
| Julio      | 46.058                                                             | 13.340                            | 32.718                                                            |
| Agosto     | 45.173                                                             | 13.340                            | 31.833                                                            |
| Septiembre | 42.776                                                             | 13.340                            | 29.436                                                            |
| Octubre    | 48.000                                                             | 13.340                            | 34.660                                                            |
| Noviembre  | 34.494                                                             | 13.340                            | 21.154                                                            |
| Diciembre  | 30.431                                                             | 13.340                            | 17.091                                                            |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla anterior, si se restan los Kg que se secan en la central menos los que se consumen en la caldera (que la caldera consume todos los días la misma cantidad de biomasa), se obtienen los Kg que se venden al día, un dato que se necesita conocer para obtener la viabilidad económica del proyecto, la cual tiene su propio anejo. Se puede ver que en los meses más fríos es cuando menos Kg de biomasa se compran y se venden, ya que el invernadero necesita más calor y al secadero le llega menos energía, por lo que se podrán secar menos Kg de astillas y se podrán vender menos. De media se venden 26.988 Kg de astillas al día, siendo el día que más 34.660 Kg en mayo y octubre (porque no hay nada en el invernadero) y 17.091 Kg el día que menos (en diciembre, porque el invernadero necesita mucho calor).

## **2.4. TRABAJADORES DE LA CENTRAL Y HORARIOS**

Se considera dentro de la mano de obra a cuatro empleados a jornada completa y con contrato indefinido. Estos serán un supervisor, con un salario bruto anual de 35.000 €, y tres peones polivalentes para el edificio de generación, con un salario bruto anual de 22.000 €.

Habrán tres personas que se encarguen del mantenimiento de la caldera, a parte del supervisor. Dos de esos tres operarios harán turnos diarios, uno estará de 7:00 a 15:00 horas y el otro de 15:00 a 23:00. Ambos, cada uno en sus horas, se encargarán de revisar la caldera y de su mantenimiento. El tercer operario irá a la central los fines de semana. Los tres operarios irán intercambiando los turnos por jornadas de dos semanas. El resto de horas, es decir, por las noches (de 23:00 a 7:00 horas) no habrá nadie para el mantenimiento de la caldera, pero la central contará con un sistema de seguridad por si existiera alguna fuga, desorden o conato de incendio en la caldera. Este sistema contará con una serie de sensores, cámaras de visión y cámaras térmicas para poder controlarlo todo automáticamente. Si existiera algún desconcierto en estas horas en las que está funcionando el sistema de seguridad, uno de los operarios deberá acudir inmediatamente a la central para no interrumpir el desarrollo normal del proceso de la central.

El horario del supervisor será de 7:00 a 15:00 horas, pero por las tardes estará de guardia por si sucede algo en la central. En caso de que esto pase, acudiría a la central de inmediato.

## **2.5. FUNCIONES DE LOS TRABAJADORES**

La función de los operarios es encargarse del mantenimiento de la caldera y llevar con las retroexcavadoras las astillas húmedas desde el almacén exterior hasta el silo de biomasa, que tendrán que hacerlo una vez cada hora. También de distribuir la biomasa seca por el almacén interior según vaya cayendo desde el tornillo sinfín. Cuando lleguen los camiones para llevarse las astillas secas también tendrán que ayudar a llenar los camiones de astillas, que en ese momento estarán en el almacén interior.

A parte de encargarse del mantenimiento de la caldera y de mover todas las astillas al sitio que deberían, también deberán encargarse de vaciar el depósito de cenizas y llevarlas al contenedor situado en el patio exterior.

También, el día 2 de mayo de cada año, deberán ir los tres operarios a la central a limpiar la caldera de hollín y cenizas y revisar que todo está bien, ya que es el único día que la caldera se detiene para su revisión.

Finalmente, el supervisor de la central se encargará cada día de calcular las necesidades energéticas del invernadero para el día siguiente, teniendo en cuenta la temperatura que hará y la radiación solar que habrá el día siguiente. Con esos datos, calculará los Kg de biomasa que se necesitarán al día siguiente y ya hará el pedido de biomasa a la empresa vendedora. También se encargará de decidir el destino del agua caliente de la caldera, dependiendo también de las necesidades energéticas del invernadero. Tendrá que regular el selector de agua para que vaya el agua hacia el secadero, hacia el invernadero o hacia los dos sitios. También regulará la dirección del CO<sub>2</sub> producido por las astillas, dependiendo de la necesidad que tenga el cultivo del invernadero. Si no necesita, se expulsará a la atmósfera. Por último, también decidirá el destino de las astillas según salgan del secadero, teniendo en cuenta que al día la caldera consume 13.340 Kg de astillas.

En definitiva, absolutamente todos los elementos de este proyecto giran en torno a las necesidades del invernadero, tanto energéticas como del dióxido de carbono.



## ANEJO Nº 7: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....                                    | 3  |
| 1.1. NAVE .....                                                      | 3  |
| 1.1.1. CUBIERTA.....                                                 | 3  |
| 1.1.2. ESTRUCTURA .....                                              | 3  |
| 1.1.2.1. PÓRTICOS DE LOS HASTIALES .....                             | 4  |
| 1.1.2.2. PÓRTICOS INTERIORES .....                                   | 5  |
| 1.1.2.3. VIGAS Y CORREAS DE ATADO .....                              | 6  |
| 1.1.3. CIMENTACIÓN.....                                              | 8  |
| 1.1.4. CERRAMIENTOS .....                                            | 9  |
| 1.1.5. SOLERA .....                                                  | 9  |
| 1.1.6. PUERTAS.....                                                  | 9  |
| 1.1.7. ELECTRICIDAD.....                                             | 10 |
| 1.1.7.1. LUMINARIAS DE LA NAVE.....                                  | 10 |
| 1.1.7.2. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS .....               | 12 |
| 1.1.7.3. ELECTRICIDAD DE LA NAVE .....                               | 15 |
| 1.2. OFICINA.....                                                    | 18 |
| 1.2.1. CUBIERTA.....                                                 | 18 |
| 1.2.2. ESTRUCTURA .....                                              | 18 |
| 1.2.3. CIMENTACIÓN.....                                              | 19 |
| 1.2.4. CERRAMIENTOS .....                                            | 20 |
| 1.2.5. SOLERA .....                                                  | 20 |
| 1.2.6. PUERTAS Y VENTANAS .....                                      | 21 |
| 1.2.7. FONTANERÍA.....                                               | 21 |
| 1.2.8. SANEAMIENTO.....                                              | 22 |
| 1.2.9. ELECTRICIDAD.....                                             | 22 |
| 1.2.9.1. ILUMINACIÓN DE LA OFICINA .....                             | 22 |
| 1.2.9.2. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DE LA OFICINA ..... | 23 |
| 1.2.9.3. ILUMINACIÓN DE LOS BAÑOS Y VESTUARIO .....                  | 25 |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.2.9.4. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DEL BAÑO Y EL VESTUARIO ..... | 26 |
| 1.3. OBRAS COMPLEMENTARIAS .....                                               | 28 |
| 1.3.1. PATIO EXTERIOR.....                                                     | 28 |
| 1.3.2. VALLADO EXTERIOR .....                                                  | 28 |
| 2. DIAGRAMA DE GANTT.....                                                      | 30 |
| 3. CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS.....                                             | 31 |

# 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las dos edificaciones que se van a realizar en este proyecto son una nave que incluirá una parte para la caldera de biomasa, otra parte para el secadero de biomasa y otra parte para el almacén de biomasa. Habrá otra edificación contigua a la nave, otro edificio que incluirá las oficinas, junto con el vestuario y el servicio. También se realizarán obras complementarias como el patio exterior o el vallado exterior.

En este anejo se van a describir las obras de las edificaciones necesarias para la realización del proyecto.

Para realizar estos cálculos se ha recurrido a la Instrucción de Hormigón Estructural y al Código Técnico de la Edificación (CTE).

## 1.1. NAVE

En una única nave se colocarán la caldera, el secadero y el almacén de la biomasa. Dicha nave tiene unas dimensiones de 12 metros de ancho por 40 metros de largo, haciendo una superficie total de 480 m<sup>2</sup>.

Las paredes de la nave tienen una altura de 6,5 metros y la altura que alcanza la parte más alta de la cubierta es 7,5 metros, teniendo la cubierta un desnivel de 1 metro.

### 1.1.1. CUBIERTA

La cubierta de la nave será dispuesta a dos aguas, con una pendiente del 16,67%. Estará compuesta por panel sándwich, es decir, dos paneles de chapa prelacada color rojo y entre medio un aislante de poliuretano de 5 cm de alta densidad.

### 1.1.2. ESTRUCTURA

La nave tendrá 5 pórticos, separados 10 metros entre sí. Los pórticos de los hastiales, es decir, los de las caras exteriores, tendrán diferentes características que los otros 3 pórticos del interior, ya que hay dos puertas en estos hastiales, una para la salida de los camiones para llevarse las astillas secas del almacén interior y otra puerta en la zona de la caldera por si necesita alguna reparación o hay que sustituirla por otra.

Habrà otra puerta en el lateral de la nave para la entrada de los camiones al almacén interior, lo que supone incluir un pilar más entre el segundo pórtico y el tercero, para poder poner encima una viga y formar la puerta.

La estructura de la nave es la que se puede ver en la siguiente imagen. Se incluye también la estructura de las oficinas, ya que están contiguas a la propia nave, formando la misma estructura.

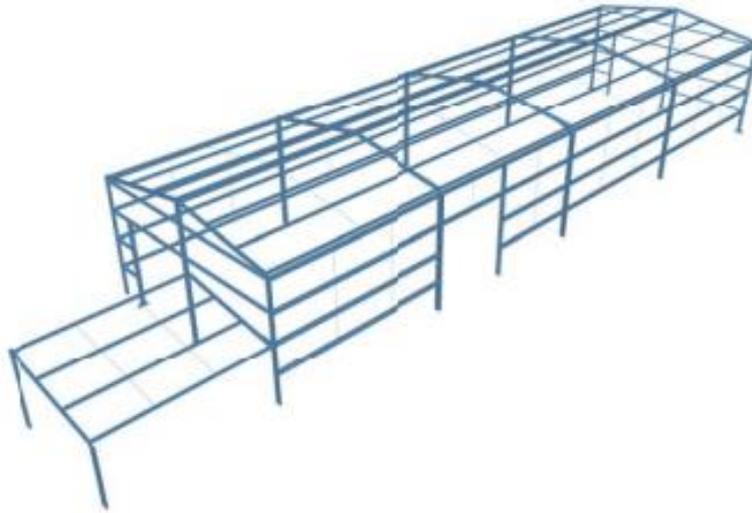


Figura 1: Estructura de la nave  
Fuente: Cype (elaboración propia)

### 1.1.2.1. PÓRTICOS DE LOS HASTIALES

Los pórticos de los hastiales tendrán 3 pilares, dos a los laterales y uno en medio. Los pilares de los laterales tienen 6,5 metros y el pilar central 7,5 metros, ya que éste alcanza la parte más alta de la cubierta. La unión de estos pilares a la cimentación será simple con cartelas, mediante placas de anclaje. El acero de los pilares que componen estos pórticos será un acero con perfil IPE 220, con una sección de 22 x 11 cm como la que se puede ver en la siguiente figura:

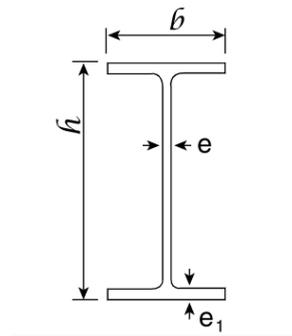


Figura 2: Perfil IPE 220 (h 22 x b 11)  
Fuente: incafe2000.com

Los dinteles de los pórticos serán de acero con perfil IPE 200, con una sección de 20 x 10 cm. En cada pórtico habrá 6 barras, 3 a cada lado, con dos nudos a cada lado para sujetar las barras. La sección del perfil IPE se puede ver en la figura 2. Estas barras miden 2 metros cada una.

Las vigas horizontales que conforman los pórticos de los dos hastiales son de acero de perfil CF 200 x 3.0, es decir, tienen un perfil en forma de C rectangular, y conformado en frío, con una sección de 20 x 6 cm. Tienen una longitud de 6 metros de largo, exceptuando los de al lado de las puertas, que tienen 1,5 metros. La sección de estas vigas tiene forma de C, se puede ver en la siguiente figura.

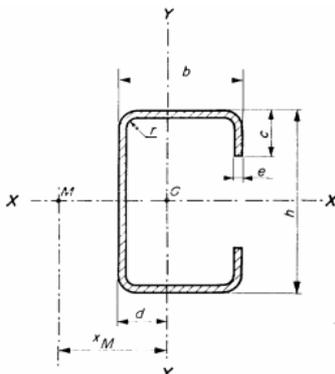


Figura 3: Perfil CF 200 x 3.0 (h 20 x b 6)  
Fuente: hierrosleitza.com

### 1.1.2.2. PÓRTICOS INTERIORES

Los tres pórticos interiores tienen diferentes características que los pórticos de los extremos de la nave, es decir, de los hastiales. Los pilares de estos pórticos tendrán 6,5 metros de alto. La unión de estos pilares a la cimentación será simple con cartelas, mediante placas de anclaje. El acero de los pilares que componen estos pórticos será un acero con perfil HE 220 A, con una sección de 21 x 22 cm como la que se puede ver en la siguiente figura:

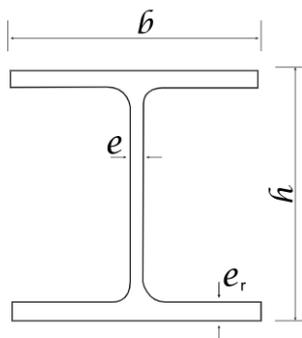


Figura 4: Perfil HE 220 A (h 21 x b 22)  
Fuente: incafe2000.com

Habrà otro pilar entre el segundo y el tercer pórtico, en la parte derecha, ya que habrá una puerta y debe sujetar las vigas de la misma, con correas de atado no valdría. El acero de los pilares que componen estos pórticos será un acero con perfil IPE 220, con

una sección de 22 x 11 cm como la que se puede ver en la figura 2. La unión de este pilar a la cimentación será simple con cartelas mediante placas de anclaje.

Los dinteles de los pórticos interiores serán de acero con perfil IPE 220, con una sección de 22 x 11 cm. En cada pórtico habrá 6 barras, 3 a cada lado, con dos nudos a cada lado para sujetar las barras. La sección del perfil IPE se puede ver en la figura 2. Estas barras miden 2 metros cada una.

### 1.1.2.3. VIGAS Y CORREAS DE ATADO

El arriostramiento longitudinal de las paredes de la nave se hará con vigas horizontales para unir los pórticos entre sí. Éstas serán de 3,35 metros de longitud, habiendo 3 barras entre pórticos con dos nudos de atado. Habrá 4 conjuntos de barras longitudinales, la primera a 1,5 metros del suelo y las demás a esa distancia de la anterior. La excepción sería el lateral derecho, entre el segundo y el tercer pórtico, ya que habrá una puerta y sus vigas de encima serán de 2,25 metros (habrá dos barras unidas con un nudo) y las de los laterales serán de 2,75 metros (dos barras unidas con un nudo).

Todas estas vigas horizontales que unen los pórticos entre sí son de acero de perfil CF 300 x 3.0, es decir, tienen un perfil en forma de C rectangular, y conformado en frío, con una sección de 30 x 8 cm.

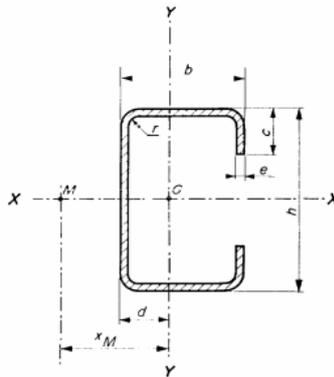


Figura 5: Perfil CF 300 x 3.0 (h 30 x b 8)

Fuente: hierrosleitza.com

Las correas de atado verticales que unen todas estas vigas longitudinales son de acero de 16 mm de diámetro y habrá 3 para unir las 4 vigas longitudinales en forma de C.

La siguiente figura es una vista lateral de la estructura de la nave, con los perfiles de acero indicados. El pilar de la izquierda es el hastial, por eso tiene un perfil IPE 220, al igual que la columna de la derecha, que es la que está entre el segundo y el tercer pórtico, por eso es diferente. Como se puede ver, las vigas longitudinales son las que tienen una sección en forma de C y se indica como CF 300 x 3.0, teniendo cada barra 3,35 metros y estando separadas entre sí 1,5 metros.

INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA)

El pilar del medio es un pórtico interior de sección HE 220 A. Finalmente, las correas de atado que unen las barras longitudinales son de 16 mm de diámetro.

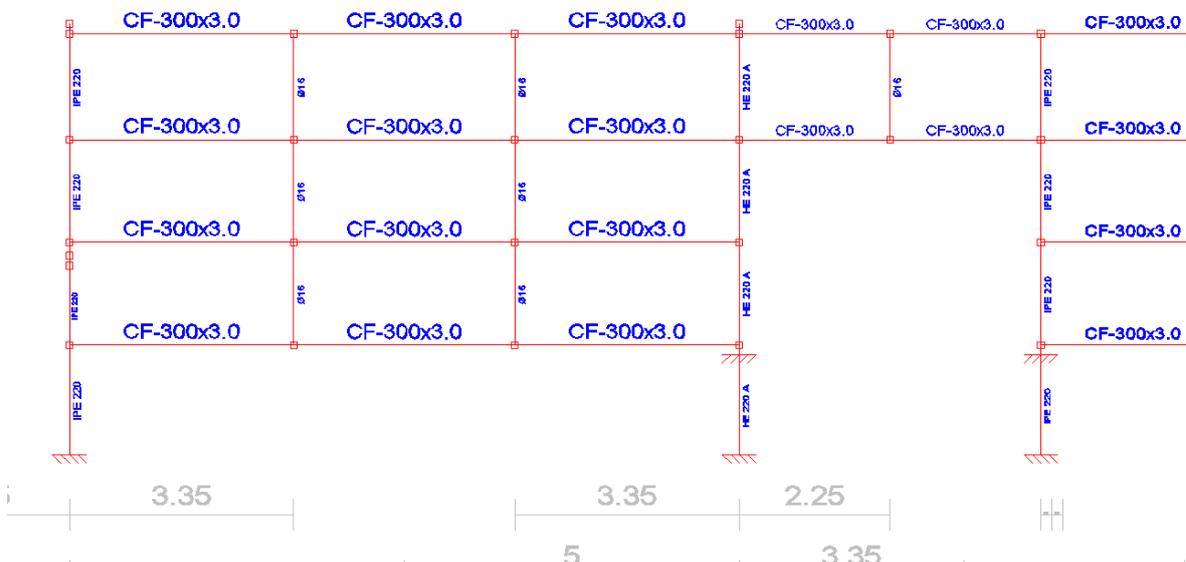


Figura 6: Vista lateral de la estructura de la nave con los perfiles de acero indicados  
Fuente: AutoCad (elaboración propia)

Las vigas que unen los pórticos por la parte de la cubierta, es decir, las vigas que unen los dinteles de los pórticos tendrán una longitud de 5 metros cada una, es decir, que entre los pórticos, al haber 10 metros de separación, habrá dos vigas con un nudo de atado entre ellas. El acero de las viguetas que unen las vigas de los pórticos será un acero con perfil IPE 160, con una sección de 16 x 8,2 cm como la que se puede ver en la siguiente figura:

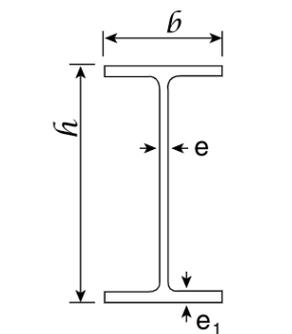


Figura 7: Perfil IPE 160 (h 16 x b 8,2)  
Fuente: incafe2000.com

Finalmente, las correas que atarán estas viguetas serán de 16 mm de diámetro, midiendo éstas 2 metros cada una y habiendo 3 correas de atado para unir las viguetas.

Sólo habrá una correa de atado entre pórticos, dejando una separación de 5 metros, ya que los pórticos tienen una separación de 10 metros.

### 1.1.3. CIMENTACIÓN

La cimentación se hará mediante zapatas con riostra de atado, habiendo una zapata debajo de cada pilar, exceptuando las vigas de las puertas, que no les hace falta zapata. En total habrá 14 zapatas, pero no serán todas de iguales dimensiones, ya que cada una tiene unas necesidades estructurales. Todo el hormigón de la cimentación será del tipo HA-25, y todo el acero de las armaduras será del tipo B-500-S.

A continuación se describen todas las zapatas de la nave, nombrándolas desde Z1 hasta Z5 para poder diferenciarlas:

- Las seis zapatas que están debajo de los tres pórticos interiores se llamarán Z1. Tendrán unas dimensiones de 0,70 x 1,05 x 0,70 metros y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Contará con un armado de 9 barras de acero corrugado en forma de U de 16 mm de diámetro, separadas 20 cm entre sí, estando 5 de ellas en la parte larga de la zapata y 4 de ellas en la parte corta.
- Las cuatro zapatas de las esquinas de la nave se llamarán Z2. Tendrán unas dimensiones de 1,30 x 1,30 x 0,50 metros y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Contará con un armado de 14 barras de acero corrugado en forma de U de 16 mm de diámetro, separadas 20 cm entre sí, estando 7 barras hacia un lado y 7 hacia el otro lado.
- La zapata que se encuentra debajo del pilar central del hastial al que tiene pegado la oficina se llamará Z3. Tendrá unas dimensiones de 1,90 x 0,95 x 0,50 metros y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Contará con un armado de 14 barras de acero corrugado en forma de U de 16 mm de diámetro, separadas 20 cm entre sí, estando 9 barras en la parte larga de la zapata y 5 de ellas en la parte corta.
- La zapata que está debajo del pilar central del hastial que está más cercano al invernadero se llamará Z4. Tendrá unas dimensiones de 1,30 x 0,65 x 0,50 metros y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Contará con un armado de 11 barras de acero corrugado en forma de U de 16 mm de diámetro, separadas 20 cm entre sí, estando 7 barras en la parte larga de la zapata y 4 de ellas en la parte corta.
- Finalmente, las dos zapatas de la parte lateral de la oficina se llamarán Z5. Tendrán unas dimensiones de 0,80 x 0,80 x 0,50 metros y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Contará con un armado de 10 barras de acero corrugado en forma de U de 16 mm de diámetro, separadas 20 cm entre sí, estando 5 barras hacia un lado y 5 hacia el otro lado.

La riostra de atado de todas las zapatas de la nave medirá 0,80 x 0,40 metros con 10 cm de hormigón de limpieza, armada con barras de acero corrugado de 16 mm de diámetro.

Se debe saber que estos datos se han obtenido conociendo la resistencia del suelo, cuya tensión admisible considerada es de 2 kg/cm<sup>2</sup>, ya que es un suelo arcilloso.

A parte de la cimentación de la estructura de la nave, también habrá que hacer cimentación para elementos pesados como son el depósito de agua (pesa 28.000 Kg

cuando está lleno) o la caldera. En este caso no será cimentación, sino se pondrán dos losas elevadas 35 cm sobre el suelo.

Para el depósito y para la caldera, las losas serán iguales. Una gran losa de hormigón armado cuadrada de 4,00 x 4,00 x 0,35 metros sobre la solera de hormigón. El armado consistirá en un doble armado de mallazo con barras de acero corrugado de 12 mm de diámetro separadas 20 cm entre sí.

#### 1.1.4. CERRAMIENTOS

Las paredes se construirán de hormigón armado y panel sándwich. Los primeros 1,5 metros, la pared será hormigón HA-25 armado con barras de acero corrugado B-500-S de 12 mm de diámetro. Dicha pared de hormigón tendrá 25 cm de espesor. El resto de pared, hasta llegar a los 6,5 metros, es decir, los otros 5 metros restantes, será panel sándwich, dos paneles de chapa prelacada color verde y entre medio un aislante de poliuretano de 5 cm de alta densidad.

#### 1.1.5. SOLERA

La solera consistirá en una losa de hormigón HA-25, armado con mallazo de 6 mm de diámetro cada 20 cm. La solera tendrá 20 cm de espesor.

También habrá dos losas, una para colocar la caldera y otra para colocar el depósito de agua, pero éstas están explicadas en el apartado de cimentación.

#### 1.1.6. PUERTAS

Habrán tres puertas para la maquinaria y cada una medirá 4,5 metros de alto por 4,5 metros de ancho. Serán puertas basculantes automáticas, es decir, se abatirán hacia arriba con sólo pulsar un botón. Serán como las de la siguiente figura:



Figura 8: Puerta basculante automática  
Fuente: Puertas Roper

La puerta que conectará las oficinas con la nave será de aluminio prelacado con rejillas de ventilación superior e inferior de 0,90 x 2 metros, como la de la siguiente figura.



Figura 9: Puerta de aluminio prelacado con rejillas de ventilación superior e inferior  
Fuente: bauhaus.es

### 1.1.7. ELECTRICIDAD

Para el cálculo de la instalación eléctrica, se ha usado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto, además de las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT), de las Instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

#### 1.1.7.1. LUMINARIAS DE LA NAVE

El nivel de iluminación para la nave es de 50 lux.

La nave tiene una superficie de 480 m<sup>2</sup> (12 x 40 m) y una altura de 6,5 metros. La altura del plano de trabajo es 1 metro aproximadamente. Los colores del interior son techo claro (0,5), pared media (0,5) y suelo medio (0,3). El nivel de mantenimiento de las lámparas y del local ( $f_m$ ) es 0,6 (local sucio).

- **ALTURA DE UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS:**

Para calcular la altura a la que se deben colocar las luminarias, se deben aplicar las siguientes fórmulas:

$$h' = h_{\text{nave}} - h_{\text{plano de trabajo}} = 6,5 - 1 = 5,5 \text{ metros}$$

$$h = \frac{3}{4} h' = \frac{3}{4} * 5,5 = 4,125 \text{ metros}$$

Las luminarias se ubican a una altura de 4,125 metros. Se ha tomado una altura de trabajo de 1 metro en la nave, ya que las operaciones que se realizarán serán a esa altura.

- ÍNDICE DEL LOCAL (K):

Para calcular el índice del local (K), se debe utilizar la siguiente fórmula, donde “a” y “b” son las medidas del local y “h” es la altura de trabajo:

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} = \frac{12 * 40}{4,125 * (12 + 40)} = 2,237$$

El tipo de luminaria que se utilizará será de tipo intensiva por la altura del techo, que son 6,5 metros.

El rendimiento del local (Nr) será de 0,94. Este dato ha sido obtenido gracias a unas tablas del rendimiento.

- FLUJO LUMINOSO (Ft):

Para calcular el flujo luminoso de la nave se utilizará la siguiente fórmula, donde “Em” es el número de lux que hacen falta en el local, “S” es la superficie de la nave, “Nl” es la altura de trabajo, “Nr” es el rendimiento del local y “fm” es el nivel de mantenimiento de las lámparas y el local.

$$Ft = \frac{Em * S}{Nl * Nr * fm} = \frac{50 * 480}{1 * 0,94 * 0,6} = 42.553,2 \text{ lm}$$

La luminaria que se ha elegido es: Luminaria suspendida de interiores marca Philips, intensivas. Modelo: Custom create PT520T LED49S / 840 PSU WB BELL CL

Potencia: 40 W / Flujo: 5120 lm / Temp. color: 4000 K

- NÚMERO DE LUMINARIAS (NL):

Para calcular el número de luminarias hay que dividir los lúmenes necesarios en la nave entre los lúmenes de las lámparas elegidas:

$$NL = \frac{Ft}{Fl * \frac{Nl}{h}} = \frac{42.553,2 \text{ lm}}{5120 \text{ lm}} = 8,3 = 10 \text{ luminarias}$$

El número de luminarias que hacen falta en la nave son 10, ya que salen 8,3 pero se pone un número par redondeando hacia arriba para que estén distribuidas en dos filas. Así se pondrán 2 filas de 5 luminarias cada una puestas a lo largo de la nave, estando separadas entre sí las luminarias de cada fila 4

metros y las dos filas separadas 4 metros, dejando 4 metros a los lados también, para que queden centradas.

Las lámparas elegidas serán luminarias LED suspendidas, de la marca Philips y color blanco neutro. Funcionarán a una tensión de 220-240 V, una corriente de 18 A y tendrán 40 W cada una, haciendo un total de 400 W.

Plano de dimensiones

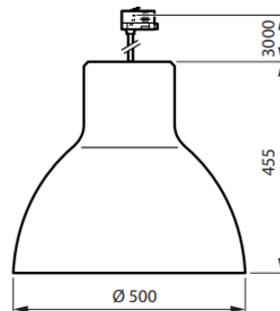


Figura 10: Dimensiones luminarias  
Fuente: Philips

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

Las luminarias que se han puesto en la nave son 10 en total, con una potencia de 40 W cada una y se ha determinado un  $\cos \phi$  de 0,85. Lo primero que hay que hacer es pasar la potencia a voltiamperios:

$$P = 1,8 * (10 * 40) * 0,85 = 612 VA$$

El 1,8 es un valor que no varía, es así por normativa, la potencia es 40 W por 10 luminarias que hay en la nave y por último se multiplica todo por el coseno de  $\phi$ .

Ahora se va a calcular la intensidad con su fórmula correspondiente:

$$I = \frac{P}{U * \cos \phi} = \frac{612}{230 * 0,85} = 3,13 A$$

En la fórmula utilizada, la P es la potencia, que la he calculado anteriormente y se mide en voltiamperios, la U es la tensión y es 230 V por ser línea monofásica y lo último es el coseno de  $\phi$ , que es un dato que se ha dado al principio.

Ahora hay que calcular la intensidad de diseño, que es igual a la intensidad real entre el factor de corrección de la temperatura multiplicado por el factor de corrección del cable.

$$I_d = \frac{I_{real}}{Fct * Fcc} = \frac{3,13}{1,22 * 0,95} = 2,7 A$$

INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA)

La intensidad real se ha calculado anteriormente, y eran 3,13 amperios. El factor de corrección de temperatura se mira en la tabla que hay seguidamente, sabiendo que la temperatura que va a haber dentro de la nave es de unos 25°C y que el aislamiento va a ser PVC, el factor de corrección de la temperatura es de 1,22.

Tabla 4.2. Factores de corrección por temperatura de la intensidad máxima admisible.

| TIPO DE AISLAMIENTO | TEMPERATURA (°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 10               | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   | 75   | 80   |
| PVC                 | 1,40             | 1,34 | 1,29 | 1,22 | 1,15 | 1,08 | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,70 | 0,57 | —    | —    | —    | —    |
| XLPE y EPR          | 1,26             | 1,23 | 1,19 | 1,14 | 1,10 | 1,05 | 1,00 | 0,96 | 0,90 | 0,83 | 0,78 | 0,71 | 0,64 | 0,55 | 0,45 |

El factor de corrección del cable se ha elegido en su tabla correspondiente, la que se ha puesto debajo. La disposición de los cables contiguos es de una capa única en el techo.

Tabla 4.3 Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores

| DISPOSICIÓN CABLES CONTIGUOS                                             | NÚMERO DE CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                                           |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------|------|------|
|                                                                          | 1                                             | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12                                                                        | 16   | 20   |
| AGRUPADOS EN UNA SUPERFICIE EMPOTRADOS O EMBUTIDOS                       | 1,00                                          | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45                                                                      | 0,40 | 0,40 |
| CAPA ÚNICA SOBRE PARED, SUELO O SUPERFICIE SIN PERFORAR                  | 1,00                                          | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | SIN REDUCCIÓN ADICIONAL PARA MÁS DE 9 CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES |      |      |
| CAPA ÚNICA EN EL TECHO                                                   | 0,95                                          | 0,80 | 0,70 | 0,70 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,60 | 0,60 |                                                                           |      |      |
| CAPA ÚNICA EN UNA SUPERFICIE PERFORADA VERTICAL U HORIZONTAL             | 1,00                                          | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,70 | 0,70 |                                                                           |      |      |
| CAPA ÚNICA CON APOYO DE BANDEJA ESCALERA O ABRAZADERAS (COLLARINES),ETC. | 1,00                                          | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |                                                                           |      |      |

Ahora se ha elegido el cable observando la tabla siguiente y se ha elegido un cable de cobre conductor aislado en tubo en montaje superficial o empotrado en obra (cable B) de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento de PVC 2.

Se ha elegido el cable de 2,5 mm<sup>2</sup> porque el de 1,5 mm<sup>2</sup> no se puede utilizar por normativa. **Cable elegido: H07 V,R 2,5 mm<sup>2</sup>**

Tabla 4.1. Intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre a una temperatura ambiente de 40° C según normas UNE.

|    |  |                                                                                | 3x<br>PVC | 2x<br>PVC |           | 3x<br>XLPE<br>o<br>EPR | 2x<br>XLPE<br>o<br>EPR |           |                        |                        |                        |                        |     |
|----|--|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|
| A  |  | Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes                  |           |           |           |                        |                        |           |                        |                        |                        |                        |     |
| A2 |  | Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes               | 3x<br>PVC | 2x<br>PVC |           | 3x<br>XLPE<br>o<br>EPR | 2x<br>XLPE<br>o<br>EPR |           |                        |                        |                        |                        |     |
| B  |  | Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra      |           |           |           | 3x<br>PVC              | 2x<br>PVC              |           |                        | 3x<br>XLPE<br>o<br>EPR | 2x<br>XLPE<br>o<br>EPR |                        |     |
| B2 |  | Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra   |           | 3x<br>PVC | 2x<br>PVC |                        | 3x<br>XLPE<br>o<br>EPR |           | 2x<br>XLPE<br>o<br>EPR |                        |                        |                        |     |
| C  |  | Cables multiconductores directamente sobre la pared                            |           |           |           | 3x<br>PVC              | 2x<br>PVC              |           | 3x<br>XLPE<br>o<br>EPR | 2x<br>XLPE<br>o<br>EPR |                        |                        |     |
| E  |  | Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3D |           |           |           |                        | 3x<br>PVC              |           | 2x<br>PVC              | 3x<br>XLPE<br>o<br>EPR | 2x<br>XLPE<br>o<br>EPR |                        |     |
| F  |  | Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D      |           |           |           |                        |                        | 3x<br>PVC |                        |                        |                        | 3x<br>XLPE<br>o<br>EPR |     |
| G  |  | Cables unipolares separados mínimo D                                           |           |           |           |                        |                        |           |                        |                        | 3x<br>PVC              | 3x<br>XLPE<br>o<br>EPR |     |
|    |  | mm²                                                                            | 1         | 2         | 3         | 4                      | 5                      | 6         | 7                      | 8                      | 9                      | 10                     | 11  |
|    |  | 2,5                                                                            | 11        | 11,5      | 13        | 13,5                   | 15                     | 16        | -                      | 18                     | 21                     | 24                     | -   |
|    |  | 6                                                                              | 15        | 16        | 17,5      | 18,5                   | 21                     | 22        | -                      | 25                     | 29                     | 33                     | -   |
|    |  | 10                                                                             | 20        | 21        | 23        | 24                     | 27                     | 30        | -                      | 34                     | 38                     | 45                     | -   |
|    |  | 16                                                                             | 25        | 27        | 30        | 32                     | 36                     | 37        | -                      | 44                     | 49                     | 57                     | -   |
|    |  | 25                                                                             | 34        | 37        | 40        | 44                     | 50                     | 52        | -                      | 60                     | 68                     | 76                     | -   |
|    |  | 35                                                                             | 45        | 49        | 54        | 59                     | 66                     | 70        | -                      | 80                     | 91                     | 105                    | -   |
|    |  | 50                                                                             | 59        | 64        | 70        | 77                     | 84                     | 88        | 96                     | 106                    | 116                    | 123                    | 166 |
|    |  | 70                                                                             |           | 94        | 103       | 117                    | 125                    | 133       | 145                    | 159                    | 175                    | 188                    | 250 |
|    |  | 95                                                                             |           |           |           | 149                    | 160                    | 171       | 188                    | 202                    | 224                    | 244                    | 321 |
|    |  | 120                                                                            |           |           |           | 180                    | 194                    | 207       | 230                    | 245                    | 271                    | 296                    | 391 |
|    |  | 150                                                                            |           |           |           | 208                    | 225                    | 240       | 267                    | 284                    | 314                    | 348                    | 455 |
|    |  | 185                                                                            |           |           |           | 236                    | 260                    | 278       | 310                    | 338                    | 363                    | 404                    | 525 |
|    |  | 240                                                                            |           |           |           | 268                    | 297                    | 317       | 354                    | 386                    | 415                    | 464                    | 601 |
|    |  | 300                                                                            |           |           |           | 315                    | 350                    | 374       | 419                    | 455                    | 490                    | 552                    | 711 |
|    |  |                                                                                |           |           |           | 360                    | 404                    | 423       | 484                    | 524                    | 565                    | 640                    | 821 |

Para saber si el cable elegido es adecuado hay que calcular la caída de tensión, ya que tiene que ser menor al 3% por ser de iluminación.

$$e = \frac{2 * l * P}{\gamma * S * U} = \frac{2 * 25 * 612}{47,6 * 2,5 * 230} = 1,12 V$$

$$e = \frac{1,12 V}{230 V} = 0,00486 * 100 = 0,486\% < 3\%$$

Con la fórmula utilizada se ha podido calcular la caída de tensión, que es igual a la longitud del cable por la potencia por dos (en monofásica la fase va y vuelve) entre la conductividad del material por la sección del cable elegido y por la tensión. La longitud del cable (l) es 25 metros aproximadamente. La potencia (P) de las lámparas son 612 VA. La tensión son 230 V porque es una línea monofásica. La conductividad del material (γ) se ha obtenido de la siguiente tabla:

| Material    | $\gamma_{20}$ | $\gamma_{70}$ | $\gamma_{90}$ |
|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Cobre       | 56            | 47,6          | 44            |
| Aluminio    | 35            | 29            | 27,3          |
| Temperatura | 20 °C         | 70 °C         | 90 °C         |

La sección del cable (S) es algo que se había elegido ya anteriormente y la tensión (U) es 230 V porque es monofásico.

Una vez obtenida la caída de tensión (1,12 V) hay que dividirlo entre 230 V porque es una línea monofásica y multiplicarlo por 100 para pasarlo a porcentaje. Una vez obtenido hay que comprobar que es menor del 3%, ya que es para luminarias.

Como el resultado que he obtenido es 0,486 y es menor al 3%, el cable que se ha elegido es el correcto.

En el patio exterior también habrá tres focos para iluminar cuando sea de noche. El cable será igual al de la iluminación interior, cable H07 V,R 2,5 mm<sup>2</sup>. Los focos que se instalarán serán de 200 W cada uno, color blanco neutro 4500 K, y 27000 lm cada uno, haciendo un total de 81000 lúmenes para el patio exterior, una iluminación suficiente para los trabajos que se realizarán fuera de la nave.

### 1.1.7.3. ELECTRICIDAD DE LA NAVE

En el interior de la nave habrá muchos elementos que irá conectados a la electricidad, por lo que habrá que poner una instalación eléctrica potente.

Los elementos de la nave que estarán conectados a la electricidad son el secadero, la caldera, las tres puertas grandes de la nave (son automáticas), los 3 tornillos sinfín para mover la biomasa (irán con enchufes) y las 6 bombas hidráulicas para el movimiento del agua que va al secadero y a la calefacción del invernadero.

Todos los elementos suman una potencia de 70.000 W.

Se tomará un coseno de  $\phi$  de 0,8. Lo primero que se hará es calcular la intensidad:

$$I = \frac{P}{U * \cos \phi} = \frac{70.000}{230 * 0,8} = 380 A$$

La P es la potencia reactiva, que se mide en vatios. El coseno de  $\phi$  es 0,8 y la tensión es 230 voltios por ser una línea monofásica.

Ahora hay que calcular la intensidad de diseño, que es igual a la intensidad real entre el factor de corrección de la temperatura multiplicado por el factor de corrección del cable.

$$I_d = \frac{I_{real}}{Fct * Fcc} = \frac{380}{1,29 * 1} = 294,5 A$$

La intensidad real se ha calculado anteriormente, y eran 380 amperios. El factor de corrección de temperatura se ha mirado en la tabla que hay seguidamente, sabiendo que la temperatura que va a haber dentro de la nave es de unos 20°C y que el aislamiento va a ser PVC, el factor de corrección de la temperatura es de 1,29.

Tabla 4.2. Factores de corrección por temperatura de la intensidad máxima admisible.

| TIPO DE AISLAMIENTO | TEMPERATURA (°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 10               | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   | 75   | 80   |
| PVC                 | 1,40             | 1,34 | 1,29 | 1,22 | 1,15 | 1,08 | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,70 | 0,57 | —    | —    | —    | —    |
| XLPE y EPR          | 1,26             | 1,23 | 1,19 | 1,14 | 1,10 | 1,05 | 1,00 | 0,96 | 0,90 | 0,83 | 0,78 | 0,71 | 0,64 | 0,55 | 0,45 |

El factor de corrección del cable se elegido en su tabla correspondiente, que es la siguiente. La disposición de los cables contiguos es de una capa única sobre pared.

Tabla 4.3 Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores

| DISPOSICIÓN CABLES CONTIGUOS                                             | NÚMERO DE CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                                           |      |      |  |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------|------|------|--|
|                                                                          | 1                                             | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12                                                                        | 16   | 20   |  |
| AGRUPADOS EN UNA SUPERFICIE EMPOTRADOS O EMBUTIDOS                       | 1,00                                          | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45                                                                      | 0,40 | 0,40 |  |
| CAPA ÚNICA SOBRE PARED, SUELO O SUPERFICIE SIN PERFORAR                  | 1,00                                          | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | SIN REDUCCIÓN ADICIONAL PARA MÁS DE 9 CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES |      |      |  |
| CAPA ÚNICA EN EL TECHO                                                   | 0,95                                          | 0,80 | 0,70 | 0,70 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,60 | 0,60 |                                                                           |      |      |  |
| CAPA ÚNICA EN UNA SUPERFICIE PERFORADA VERTICAL U HORIZONTAL             | 1,00                                          | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,70 | 0,70 |                                                                           |      |      |  |
| CAPA ÚNICA CON APOYO DE BANDEJA ESCALERA O ABRAZADERAS (COLLARINES),ETC. | 1,00                                          | 0,85 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |                                                                           |      |      |  |

Ahora se ha elegido el cable mirando la tabla siguiente y se ha elegido un cable de cobre multiconductor en tubo en montaje superficial o empotrado en obra (cable B2) de 240 mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento de PVC 2.

INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA)

Tabla 4.1. Intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre a una temperatura ambiente de 40° C según normas UNE.

|    |  |                                                                                | 3x PVC | 2x PVC |        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |     |               |               |               |     |
|----|--|--------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|---------------|---------------|---------------|-----|---------------|---------------|---------------|-----|
| A  |  | Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes                  |        |        |        |               |               |               |     |               |               |               |     |
| A2 |  | Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes               | 3x PVC | 2x PVC |        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |     |               |               |               |     |
| B  |  | Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra      |        |        |        | 3x PVC        | 2x PVC        |               |     | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |     |
| B2 |  | Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra   |        |        | 3x PVC | 2x PVC        |               | 3x XLPE o EPR |     | 2x XLPE o EPR |               |               |     |
| C  |  | Cables multiconductores directamente sobre la pared                            |        |        |        |               | 3x PVC        | 2x PVC        |     | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |     |
| E  |  | Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3D |        |        |        |               |               | 3x PVC        |     | 2x PVC        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |     |
| F  |  | Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D      |        |        |        |               |               | 3x PVC        |     |               |               | 3x XLPE o EPR |     |
| G  |  | Cables unipolares separados mínimo D                                           |        |        |        |               |               |               |     |               | 3x PVC        | 3x XLPE o EPR |     |
|    |  | mm <sup>2</sup>                                                                | 1      | 2      | 3      | 4             | 5             | 6             | 7   | 8             | 9             | 10            | 11  |
|    |  | 1,5                                                                            | 11     | 11,5   | 13     | 13,5          | 15            | 16            | -   | 18            | 21            | 24            | -   |
|    |  | 2,5                                                                            | 15     | 16     | 17,5   | 18,5          | 21            | 22            | -   | 25            | 29            | 33            | -   |
|    |  | 4                                                                              | 20     | 21     | 23     | 24            | 27            | 30            | -   | 34            | 38            | 45            | -   |
|    |  | 6                                                                              | 25     | 27     | 30     | 32            | 36            | 37            | -   | 44            | 49            | 57            | -   |
|    |  | 10                                                                             | 34     | 37     | 40     | 44            | 50            | 52            | -   | 60            | 68            | 76            | -   |
|    |  | 16                                                                             | 45     | 49     | 54     | 59            | 66            | 70            | -   | 80            | 91            | 105           | -   |
|    |  | 25                                                                             | 59     | 64     | 70     | 77            | 84            | 88            | 96  | 106           | 116           | 123           | 166 |
|    |  | 35                                                                             |        | 77     | 86     | 96            | 104           | 110           | 119 | 131           | 144           | 154           | 206 |
|    |  | 50                                                                             |        | 94     | 103    | 117           | 125           | 133           | 145 | 159           | 175           | 188           | 250 |
|    |  | 70                                                                             |        |        |        | 149           | 160           | 171           | 188 | 202           | 224           | 244           | 321 |
|    |  | 95                                                                             |        |        |        | 180           | 194           | 207           | 230 | 245           | 271           | 296           | 391 |
|    |  | 120                                                                            |        |        |        | 208           | 225           | 240           | 267 | 284           | 314           | 348           | 455 |
|    |  | 150                                                                            |        |        |        | 236           | 260           | 278           | 310 | 338           | 363           | 404           | 525 |
|    |  | 185                                                                            |        |        |        | 268           | 297           | 317           | 354 | 386           | 415           | 464           | 601 |
|    |  | 240                                                                            |        |        |        | 315           | 350           | 374           | 419 | 455           | 490           | 552           | 711 |
|    |  | 300                                                                            |        |        |        | 360           | 404           | 423           | 484 | 524           | 565           | 640           | 821 |

Para saber si el cable elegido es adecuado hay que calcular la caída de tensión, ya que tiene que ser menor al 5% por ser línea monofásica.

$$e = \frac{l * P}{\gamma * S * U} = \frac{50 * 70.000}{47,6 * 240 * 230} = 1,33 V$$

$$e = \frac{1,33 V}{230 V} = 0,0057 * 100 = 0,57\% < 5\%$$

Con la fórmula que se ha utilizado se ha podido calcular la caída de tensión, que es igual a la longitud del cable por la potencia del motor entre la conductividad del material por la sección del cable elegido y por la tensión. La longitud del cable (l) es 50 metros aproximadamente. La potencia (P) son 70.000 vatios. La conductividad del material (γ) se ha obtenido de la siguiente tabla:

| Material    | $\gamma_{20}$ | $\gamma_{70}$ | $\gamma_{90}$ |
|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Cobre       | 56            | 47,6          | 44            |
| Aluminio    | 35            | 29            | 27,3          |
| Temperatura | 20 °C         | 70 °C         | 90 °C         |

La sección del cable (S) es algo que se había elegido ya anteriormente y la tensión (U) es 230 V porque es monofásico.

Una vez obtenida la caída de tensión (1,33 V) hay que dividirlo entre 230 V porque es una línea monofásica y multiplicarlo por 100 para pasarlo a porcentaje. Una vez obtenido hay que comprobar que es menor del 5%, ya que es un motor monofásico.

Como el resultado que se ha obtenido es 0,57% y es menor al 5%, el cable que se ha elegido es el correcto.

## 1.2. OFICINA

Las oficinas, junto con los vestuarios y los servicios, estarán unidas a la nave anteriormente descrita y será un edificio de 8 metros de largo y 6 de ancho. La oficina tendrá 8 metros de largo por 4 metros de ancho. El servicio y el vestuario serán dos estancias iguales, de 4 metros de largo por 2 metros de ancho cada una. El servicio contará con un váter, un lavabo, una ducha y el vestuario tendrá bancos y taquillas para que los trabajadores dejen la ropa.

Este edificio tendrá las siguientes características:

### 1.2.1. CUBIERTA

La cubierta de la oficina será dispuesta a un agua, con una pendiente del 16,67%, igual a la de la nave. Estará compuesta por panel sándwich, es decir, dos paneles de acero galvanizado y entre medio un aislante de poliuretano de 5 cm de alta densidad.

### 1.2.2. ESTRUCTURA

La estructura de las oficinas es la misma que la de la nave (ver figura 1). De hecho, la parte derecha de la oficina está integrada en el hastial de la nave, como se puede ver en la figura 10.

La estructura de la oficina será de acero. Los pilares de la derecha, como se puede ver en la imagen 10, tendrán un perfil IPE 220, siendo los mismos pilares que los de la nave, con una sección de 22 x 11 cm. Los pilares de la izquierda, separados de la estructura de la nave, serán del mismo perfil y de la misma sección, aunque el delantero medirá 3 metros y el trasero 4 metros, dejando así un metro de desnivel y una pendiente del 16,67%, igual a la de la nave, para que sea algo más estético.

Como se puede ver en la siguiente imagen, la estructura de la oficina está integrada en la de la nave.

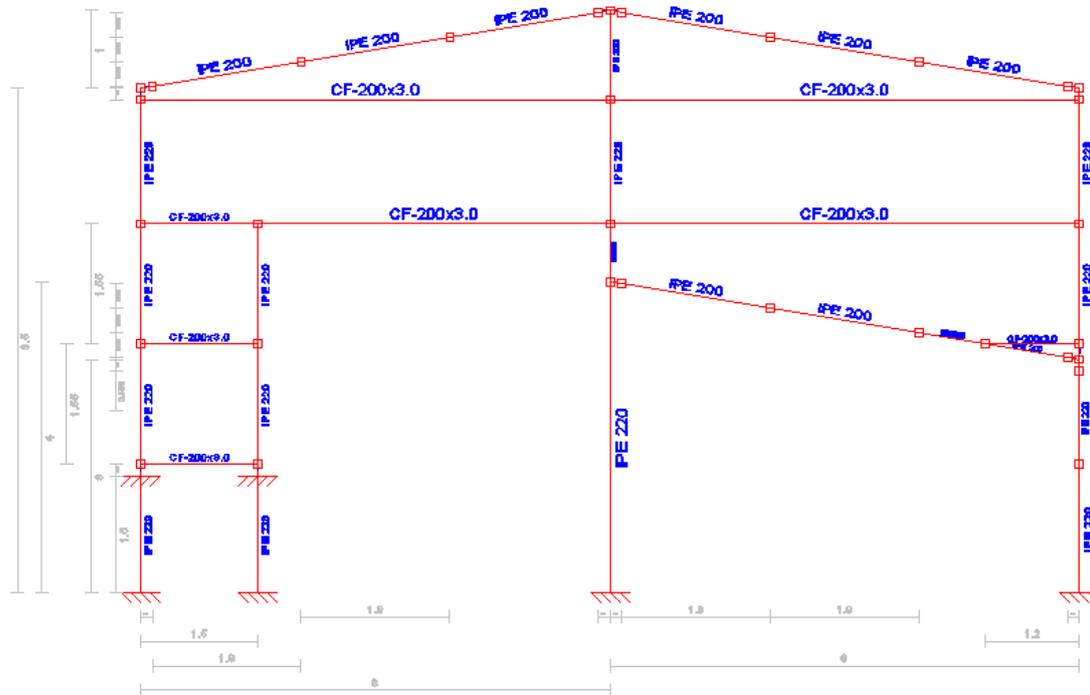


Figura 11: Hastial de la nave junto con la estructura de la oficina  
Fuente: AutoCad (elaboración propia)

Las barras que unen las vigas de los dos pórticos tienen un perfil IPE 160, con una sección de 16 x 8,2 cm como la que se puede ver en la siguiente figura 7. Estarán separadas 1,9 metros cada una y habrá 3 barras en cada vigueta, habiendo en los dos nudos que las unen correas de atado de acero de 16 mm de diámetro, estando separadas entre sí 2,65 metros.

Como se puede ver en la figura 10, en la estructura del hastial también habrá una barra de acero de perfil CF 200 x 3.0, es decir, tiene un perfil en forma de C rectangular, y conformado en frío, con una sección de 20 x 6 cm. Tienen una longitud de 1,2 metros de largo. La sección de estas vigas tiene forma de C, se puede ver en la figura 3.

### 1.2.3. CIMENTACIÓN

La cimentación se hará mediante zapatas con riostra de atado, habiendo una zapata debajo de cada pilar. Habrá 4 zapatas porque la oficina sólo tiene 4 pilares (dos de ellos pertenecen a la nave). Todo el hormigón de la cimentación será del tipo HA-25, y todo el acero de las armaduras será del tipo B-500-S.

Las dos zapatas de la parte lateral de la oficina se llamarán Z5. Tendrán unas dimensiones de 0,80 x 0,80 x 0,50 metros y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Contará con un armado de 10 barras de acero corrugado en forma de U de 16 mm de diámetro, separadas 20 cm entre sí, estando 5 barras hacia un lado y 5 hacia el otro lado.

La zapata delantera derecha se llamará Z2. Tendrá unas dimensiones de 1,30 x 1,30 x 0,50 metros y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Contará con un armado de 14 barras de acero corrugado en forma de U de 16 mm de diámetro, separadas 20 cm entre sí, estando 7 barras hacia un lado y 7 hacia el otro lado.

La zapata trasera derecha se llamará Z3. Tendrá unas dimensiones de 1,90 x 0,95 x 0,50 metros y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Contará con un armado de 14 barras de acero corrugado en forma de U de 16 mm de diámetro, separadas 20 cm entre sí, estando 9 barras en la parte larga de la zapata y 5 de ellas en la parte corta.

Las zapatas de la parte derecha son mucho más grandes porque la estructura es la del hastial de la nave, por lo que tendrá que sujetar mucho más peso.

Se debe saber que estos datos se han obtenido conociendo la resistencia del suelo, cuya tensión admisible considerada es de 2 kg/cm<sup>2</sup>, ya que es un suelo arcilloso.

La riostra de atado de las zapatas de la oficina medirá 0,40 x 0,40 metros con 10 cm de hormigón de limpieza, armada con 4 barras de acero corrugado de 16 mm de diámetro.

#### **1.2.4. CERRAMIENTOS**

Los cerramientos de la oficina se construirán mediante bloques de termoarcilla de 30 x 19 x 19 cm, unidos con cemento. En el exterior llevará un revestimiento monocapa pintado de blanco. El interior contará con una capa de aislante térmico intermedio y sobre él una placa de pladur de 15 mm.

La separación entre el vestuario, el servicio y la oficina se hará mediante placas de pladur de 15 mm sobre una estructura de aluminio, y entre medio un aislante de lana de roca de 5 cm de espesor.

Todas las estancias contarán con un falso techo modular de placas desmontables con guía vista y luminarias integradas, el de la oficina igual al del servicio y vestuario.

#### **1.2.5. SOLERA**

Sobre la zahorra se colocará un film impermeable y un aislante térmico de 4 cm de espesor. Después irá la losa de hormigón, que tendrá 10 cm de espesor y sobre ésta un mortero de cemento de 4 cm de espesor. Finalmente se recubrirá con baldosa de gres cerámico de 40x40 cm.

### 1.2.6. PUERTAS Y VENTANAS

Las ventanas serán cristalerías con marco de aluminio prelacado con doble vidrio reflectante y cámara de aire.



Figura 12: Ventana de aluminio  
Fuente: Reformas Prihego

En la oficina habrá sólo una ventana, de 4 metros de largo por 1 de alto, con orientación sur.

En el vestuario también habrá una ventana, de 0,5 metros de alto por 1 metro de largo, pero en este caso el cristal será translúcido, al igual que en el servicio.

La puerta por la que se accederá a las oficinas será de aluminio prelacado con rejillas de ventilación superior e inferior de 0,90 x 2 metros, como la de la figura 9. La puerta que conecta con la nave será igual a esta. Sin embargo, la puerta que conecta las oficinas con el vestuario será igual a la del servicio, de madera, lacada en blanco, de 0,90 x 2 metros también.

### 1.2.7. FONTANERÍA

Las oficinas contarán con un aseo y un vestuario, por lo que se necesitará agua potable corriente de la red de agua del municipio de Narros, que circula por debajo del camino cercano al emplazamiento.

Se necesitará agua para el lavabo, el váter, la ducha y para un grifo que se pondrá en el patio exterior por si hace falta agua para lavar alguna máquina o para que beban los trabajadores si están en el patio trabajando.

La red general de abastecimiento de agua se sitúa en el camino cercano al emplazamiento de la central. La canalización, que será tubería de cobre de 15 mm de diámetro, irá por debajo del camino de cemento que se construirá junto al patio exterior. Antes de la oficina habrá una llave de paso general, y a partir de ahí, la canalización se dividirá en dos. Una tubería irá hasta el grifo de agua fría situado en el patio exterior y la otra irá hasta el calentador de agua, pasando por el lavabo, el retrete y la ducha.

Cuando el agua pase por el calentador eléctrico de agua, que tendrá 50 litros de capacidad, volverá a la ducha y al lavabo para suministrar agua caliente.

### 1.2.8. SANEAMIENTO

En las instalaciones también deberá haber una red de saneamiento para el agua sucia y las aguas fecales procedentes del váter.

La red general de saneamiento se sitúa en el camino cercano al emplazamiento de la central, por lo que las tuberías de las instalaciones llegarán por debajo del camino de cemento que se construirá junto al patio exterior. Serán tuberías de PVC de 16 y 25 cm de diámetro.

Las tuberías que saldrán del váter, el lavabo y la ducha se juntarán en una tubería de PVC de 16 cm de diámetro para ir a la arqueta principal, situada en el patio exterior, delante de las oficinas. En el patio habrá dos desagües para que cuando llueva, pueda irse toda el agua por ahí y no se inunde el patio. Esos dos desagües serán de PVC de 25 cm de diámetro y también se unirán en uno para llegar a la arqueta principal. De ahí, irá una tubería de 25 cm de diámetro por debajo del camino de cemento para llegar a la red general de saneamiento.

### 1.2.9. ELECTRICIDAD

En este apartado se describirá la instalación de la electricidad de la oficina y de los baños y vestuarios. Primero se calculará la iluminación y después el resto de elementos.

#### 1.2.9.1. ILUMINACIÓN DE LA OFICINA

El nivel de iluminación para la oficina es de 600 lux.

La oficina tiene una superficie de 32 m<sup>2</sup> (4 x 8 m) y una altura de 2,5 metros. La altura del plano de trabajo es 1 metro aproximadamente. Los colores del interior son techo blanco (0,8), pared media (0,5) y suelo medio (0,3). El nivel de mantenimiento de las lámparas y del local ( $f_m$ ) es 0,8 (local limpio).

- ÍNDICE DEL LOCAL (K):

Para calcular el índice del local (K), se debe utilizar la siguiente fórmula, donde "a" y "b" son las medidas del local y "h" es la altura:

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} = \frac{4 * 8}{2,5 * (4 + 8)} = 1,06$$

El tipo de luminaria que se utilizará será de tipo intensiva. El rendimiento del local ( $N_r$ ) será de 0,75. Este dato ha sido obtenido gracias a unas tablas del rendimiento.

- FLUJO LUMINOSO (Ft):

Para calcular el flujo luminoso de la oficina se utilizará la siguiente fórmula, donde “Em” es el número de lux que hacen falta en el local, “S” es la superficie de la nave, “Nl” es la altura, “Nr” es el rendimiento del local y “fm” es el nivel de mantenimiento de las lámparas y el local.

$$Ft = \frac{Em * S}{Nl * Nr * fm} = \frac{600 * 32}{0,8 * 0,75 * 0,8} = 40.000 \text{ lm}$$

La luminaria que se ha elegido es: Luminaria Philips, modelo: 56 CoreLine adosable. SM134V LED37S / 830 PSU W60L60 NOC

Potencia: 34 W / Flujo: 3700 lm / Temp. color: 3000 K

- NÚMERO DE LUMINARIAS (NL):

Para calcular el número de luminarias hay que dividir los lúmenes necesarios en la oficina entre los lúmenes de las lámparas elegidas:

$$NL = \frac{Ft}{Fl * \frac{Nl}{h}} = \frac{40.000 \text{ lm}}{4.000 \text{ lm}} = 10 \text{ luminarias}$$

El número de luminarias que hacen falta en la nave son 10. Así se pondrán 2 filas de 5 luminarias cada una puestas a lo largo de la oficina.

Las lámparas elegidas serán luminarias LED suspendidas, de la marca Philips y color blanco neutro. Funcionarán a una tensión de 220-240 V, una corriente de 18 A y tendrán 40 W cada una, haciendo un total de 400 W.

### 1.2.9.2. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DE LA OFICINA

Las luminarias que se han puesto en las oficinas de la nave son 10, con una potencia de 34 W cada una y un  $\cos \varphi = 0,85$ . Lo primero que hay que hacer es pasar la potencia a voltiamperios:

$$P = 1,8 * (34 * 10) * 0,85 = 520,2 \text{ VA}$$

El 1,8 es un valor que no varía, es así por normativa, la potencia es 34 W por 10 luminarias que hay en la oficina y por último se multiplica todo por el coseno de  $\varphi$ , que es 0,85.

Ahora se calculará la intensidad con su fórmula correspondiente:

$$I = \frac{P}{U * \cos\phi} = \frac{520,2}{230 * 0,85} = 2,66 A$$

En la fórmula utilizada, la P es la potencia, que se ha calculado anteriormente y se mide en voltiamperios, la U es la tensión y es 230 V por ser línea monofásica y lo último es el coseno de  $\phi$ .

Ahora hay que calcular la intensidad de diseño, que es igual a la intensidad real entre el factor de corrección de la temperatura multiplicado por el factor de corrección del cable.

$$I_d = \frac{I_{real}}{Fct * Fcc} = \frac{2,66}{1,22 * 0,95} = 2,3 A$$

La intensidad real se ha calculado anteriormente, y eran 2,66 amperios. El factor de corrección de temperatura se ha mirado en la tabla. En esta ocasión no se han puesto las tablas porque ocupan demasiado, están en el apartado de iluminación para la nave. Sabiendo que la temperatura que va a haber dentro de la oficina es de unos 25°C y que el aislamiento va a ser PVC, el factor de corrección de la temperatura es de 1,22. El factor de corrección del cable lo he elegido también en su tabla correspondiente, la cual he puesto arriba y es 0,95.

Después se ha elegido el cable mirando la tabla correspondiente y he elegido un cable de cobre multiconductor en tubo empotrado en pared aislante (cable A2) de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento de PVC 2.

He elegido el cable de 2,5 mm<sup>2</sup> porque el de 1,5 mm<sup>2</sup> no se puede utilizar por normativa.  
**Cable elegido: H07 V,R 2,5 mm<sup>2</sup>**

Para saber si el cable elegido es adecuado hay que calcular la caída de tensión, ya que tiene que ser menor al 3% por ser de iluminación.

$$e = \frac{2 * l * P}{\gamma * S * U} = \frac{2 * 10 * 520,2}{47,6 * 2,5 * 230} = 0,38 V$$

$$e = \frac{0,38 V}{230 V} = 0,0016 * 100 = 0,16\% < 3\%$$

Con la fórmula que he utilizado arriba he podido calcular la caída de tensión, que es igual a la longitud del cable por la potencia por dos (en monofásica la fase va y vuelve) entre la conductividad del material por la sección del cable elegido y por la tensión. La longitud del cable (l) es 10 metros aproximadamente. La potencia (P) de las lámparas son 520,2 VA. La tensión son 230 V porque es una línea monofásica. La conductividad del material ( $\gamma$ ) la he sacado de su tabla correspondiente (es lo mismo que las luminarias anteriores).

La sección del cable (S) es algo que había elegido ya anteriormente y la tensión (U) es 230 V porque es monofásico.

Una vez obtenida la caída de tensión (0,38 V) hay que dividirlo entre 230 V porque es una línea monofásica y multiplicarlo por 100 para pasarlo a porcentaje. Una vez obtenido hay que comprobar que es menor del 3%, ya que es para luminarias.

Como el resultado que he obtenido es 0,16 y es menor al 3%, el cable que he elegido es el correcto.

### 1.2.9.3. ILUMINACIÓN DE LOS BAÑOS Y VESTUARIO

Las dos estancias son iguales, de 2 x 4 metros y necesitan la misma iluminación, 120 lux, por lo que se harán a la vez.

El servicio y el vestuario tienen una superficie de 8 m<sup>2</sup> (2 x 4 m) y una altura de 2,5 metros. La altura del plano de trabajo es 1 metro aproximadamente. Los colores del interior son techo blanco (0,8), pared blanca (0,8) y suelo medio (0,3). El nivel de mantenimiento de las lámparas y del local ( $f_m$ ) es 0,8 (local limpio).

- ÍNDICE DEL LOCAL (K):

Para calcular el índice del local (K), se debe utilizar la siguiente fórmula, donde "a" y "b" son las medidas del local y "h" es la altura:

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} = \frac{2 * 4}{2,5 * (2 + 4)} = 0,53$$

El tipo de luminaria que se utilizará será de tipo intensiva. El rendimiento del local ( $N_r$ ) será de 0,5. Este dato ha sido obtenido gracias a unas tablas del rendimiento.

- FLUJO LUMINOSO (Ft):

Para calcular el flujo luminoso de la oficina se utilizará la siguiente fórmula, donde "Em" es el número de lux que hacen falta en el local, "S" es la superficie de la nave, "Nl" es la altura, "Nr" es el rendimiento del local y "fm" es el nivel de mantenimiento de las lámparas y el local.

$$Ft = \frac{Em * S}{Nl * Nr * fm} = \frac{120 * 8}{0,8 * 0,5 * 0,8} = 3.000 \text{ lm}$$

La luminaria que se ha elegido es: Luminaria Philips, modelo: 56 CoreLine adosable. SM134V LED37S / 830 PSU W60L60 NOC

Potencia: 34 W / Flujo: 2700 lm / Temp. color: 3000 K

- **NÚMERO DE LUMINARIAS (NL):**

Para calcular el número de luminarias hay que dividir los lúmenes necesarios en la oficina entre los lúmenes de las lámparas elegidas:

$$NL = \frac{Ft}{Fl * \frac{Nl}{h}} = \frac{3.000 \text{ lm}}{2.700 \text{ lm}} = 1,11 = 2 \text{ luminarias}$$

El número de luminarias que hacen falta en el servicio o en el vestuario son dos.

Las lámparas elegidas serán luminarias integradas en el techo, de la marca Philips y color blanco neutro. Funcionarán a una tensión de 220-240 V, una corriente de 18 A y tendrán 28,5 W cada una, haciendo un total de 57 W.

#### 1.2.9.4. CÁLCULO DE LOS CABLES DE LAS LUMINARIAS DEL BAÑO Y EL VESTUARIO

Las luminarias que se han puesto en el baño o vestuario son 2, con una potencia de 28,5 W cada una y un  $\cos \phi = 0,85$ . Lo primero que hay que hacer es pasar la potencia a voltiamperios:

$$P = 1,8 * (28,5 * 2) * 0,85 = 87,21 \text{ VA}$$

El 1,8 es un valor que no varía, es así por normativa, la potencia es 28,5 W por 2 luminarias y por último se multiplica todo por el coseno de  $\phi$ , que es 0,85.

Ahora se calculará la intensidad con su fórmula correspondiente:

$$I = \frac{P}{U * \cos\phi} = \frac{87,21}{230 * 0,85} = 0,45 \text{ A}$$

En la fórmula utilizada, la P es la potencia, que se ha calculado anteriormente y se mide en voltiamperios, la U es la tensión y es 230 V por ser línea monofásica y lo último es el coseno de  $\phi$ .

Ahora hay que calcular la intensidad de diseño, que es igual a la intensidad real entre el factor de corrección de la temperatura multiplicado por el factor de corrección del cable.

$$Id = \frac{I \text{ real}}{Fct * Fcc} = \frac{0,45}{1,22 * 0,95} = 0,38 \text{ A}$$

La intensidad real se ha calculado anteriormente, y eran 0,45 amperios. El factor de corrección de temperatura se ha mirado en la tabla. En esta ocasión no se han puesto las tablas porque ocupan demasiado, están en el apartado de iluminación para la nave. Sabiendo que la temperatura que va a haber es de unos 25°C y que el aislamiento va a ser PVC, el factor de corrección de la temperatura es de 1,22. El factor de corrección del cable lo he elegido también en su tabla correspondiente, la cual he puesto arriba y es 0,95.

Después se ha elegido el cable mirando la tabla correspondiente y he elegido un cable de cobre multiconductor en tubo empotrado en pared aislante (cable A2) de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento de PVC 2.

He elegido el cable de 2,5 mm<sup>2</sup> porque el de 1,5 mm<sup>2</sup> no se puede utilizar por normativa.  
**Cable elegido: H07 V,R 2,5 mm<sup>2</sup>**

Para saber si el cable elegido es adecuado hay que calcular la caída de tensión, ya que tiene que ser menor al 3% por ser de iluminación.

$$e = \frac{2 * l * P}{\gamma * S * U} = \frac{2 * 10 * 87,21}{47,6 * 2,5 * 230} = 0,06 V$$

$$e = \frac{0,06 V}{230 V} = 0,00027 * 100 = 0,027\% < 3\%$$

Con la fórmula que he utilizado arriba he podido calcular la caída de tensión, que es igual a la longitud del cable por la potencia por dos (en monofásica la fase va y vuelve) entre la conductividad del material por la sección del cable elegido y por la tensión. La longitud del cable (*l*) es 10 metros aproximadamente. La potencia (*P*) de las lámparas son 87,21 VA. La tensión son 230 V porque es una línea monofásica. La conductividad del material (*γ*) la he sacado de su tabla correspondiente (es lo mismo que las luminarias anteriores).

La sección del cable (*S*) es algo que había elegido ya anteriormente y la tensión (*U*) es 230 V porque es monofásico.

Una vez obtenida la caída de tensión (0,06 V) hay que dividirlo entre 230 V porque es una línea monofásica y multiplicarlo por 100 para pasarlo a porcentaje. Una vez obtenido hay que comprobar que es menor del 3%, ya que es para luminarias.

Como el resultado que he obtenido es 0,027 y es menor al 3%, el cable que he elegido es el correcto.

### 1.3. OBRAS COMPLEMENTARIAS

A parte de las dos estructuras (nave y oficina), se realizarán más obras, ya que hay que pavimentar el patio exterior con hormigón y vallarlo.

#### 1.3.1. PATIO EXTERIOR

El almacén exterior es un patio, es decir, una superficie abierta con suelo de cemento que cuenta con una gran superficie, unos 50 metros de largo por 20 metros de ancho, lo que hacen 1.000 metros cuadrados de superficie total.

El suelo será de hormigón de 20 cm de espesor con un armado de mallazo de 6 mm de diámetro cada 20 cm. Se colocará sobre una capa de zahorra extendida anteriormente. Este mismo albergará desde la entrada por el camino hasta el invernadero, para poder instalar el depósito de inercia y todos los elementos de los circuitos hidráulicos.

El camino que llegará hasta la salida tendrá 10 metros de ancho, para facilitar la entrada de los camiones.



Figura 13: Pavimento de cemento exterior  
Fuente: Paviconj

#### 1.3.2. VALLADO EXTERIOR

Todo el patio exterior estará cercado con una valla metálica de simple torsión de 1,80 metros de alto. En total tendrá una longitud de 134 metros. Las barras metálicas que sujetan la valla se colocarán en el interior de la solera de hormigón de 20 cm, para que tengan una buena sujeción.

INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA)



Figura 14: Vallado perimetral  
Fuente: macrojardin.com

También habrá una puerta metálica corredera en el exterior para abrirla automáticamente desde las oficinas de la central sólo cuando vayan a entrar camiones o trabajadores.



Figura 15: Puerta corredera exterior  
Fuente: Navatek

La puerta será como la de la figura 7, una puerta corredera automática. Se harán dos pilares de ladrillo para sujetar dicha puerta. El resto será ya vallado perimetral.

## 2. DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt es una herramienta muy útil para planificar proyectos, ya que se detalla cuánto tiempo, en semanas, se tardará en hacer cada operación.

Primero se pedirán permisos y licencias, que es algo que tarda bastante tiempo, además de ser algo aproximado, porque sólo depende de la administración. Se ha estimado en 6 semanas, pero no es un dato fiable porque no se sabe cuánto pueden tardar.

Durante las semanas 7 y 8 se hará el replanteo, movimiento de tierras y excavaciones. Las semanas 9 y 10 estarán dedicadas a la cimentación y la solera, para que el hormigón fragüe adecuadamente. En las semanas 11 y 12 se instalará la estructura, la caldera y el secadero, ya que al ser elementos de gran tamaño, es más fácil instalarlos sin los cerramientos.

Las semanas 13 y 14 estarán dedicadas a la cubierta y los cerramientos. Durante la semana 15 se realizará la instalación eléctrica, los alicatados y la instalación de la calefacción. Al realizar estas tareas empresas subcontratadas y ser operaciones que no tienen que ser conjuntas, en una semana se podrán realizar estas tareas.

Finalmente, la semana 16 estará dedicada a poner en marcha el proyecto y ver que todo vaya bien.

La siguiente tabla es un diagrama de Gantt y muestra las operaciones que se realizarán para la construcción y puesta en marcha de este proyecto.

Tabla 1: Diagrama de Gantt

| Tarea                      | Número de semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|                            | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Permisos y licencias       | █                | █ | █ | █ | █ | █ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Replanteo                  |                  |   |   |   |   |   | █ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Movimiento de tierras      |                  |   |   |   |   |   | █ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Excavaciones               |                  |   |   |   |   |   | █ | █ |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Cimentación                |                  |   |   |   |   |   |   |   | █ | █  |    |    |    |    |    |    |
| Solera                     |                  |   |   |   |   |   |   |   |   | █  |    |    |    |    |    |    |
| Estructura                 |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    | █  | █  |    |    |    |    |
| Instalación de la caldera  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | █  |    |    |    |    |
| Instalación del secadero   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | █  |    |    |    |    |
| Cubierta                   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | █  |    |    |    |
| Cerramientos               |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | █  |    |    |
| Instalación eléctrica      |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | █  |    |
| Alicatados                 |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | █  |    |
| Instalación de calefacción |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | █  |    |
| Puesta en marcha           |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | █  |

Fuente: Elaboración propia

### 3. CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS

Para realizar el cálculo de todas las estructuras del presente proyecto se ha utilizado el programa "Cype". Lo que hace este programa es calcular la estructura de las edificaciones, es decir, calcula todos los elementos necesarios de la estructura, poniendo las cargas que tendrá.

Primero se han introducido las medidas que tendrá la nave, y mediante barras y nudos se ha ido formando la estructura y el programa iba diciendo los materiales necesarios para que la estructura cumpliera con el CTE.

Una vez hecha la estructura, se ponen las cargas que tendrá que soportar la estructura, que serán:

- El propio peso de la estructura: La estructura de la nave es de acero y tiene mucho peso en total, por lo que se considerará una carga constante.
- Luminarias del techo: Son una carga constante para la estructura de la nave.
- Nieve: Al estar a una altitud de 1.090 metros sobre el nivel del mar y en la zona climática del viento número 3, se considera una carga de nieve de 1 KN/m<sup>2</sup>.
- Vientos: El viento se considera una carga horizontal, ya que cuando sopla con fuerza es muy potente. Se ha puesto sobre todo en la cara norte de la nave.
- Cubierta hacia arriba: Cuando las puertas están abiertas y hace mucho viento, puede darse el caso de que el viento entre a la nave, forme una corriente y haga levantar la cubierta, por lo que conviene poner algo de resistencia en este aspecto.

Una vez calculado todo, en el siguiente documento se detalla si la estructura cumple todos los requisitos estructurales recogidos en el CTE, y como se puede comprobar, todas las barras de la estructura cumplen con las tensiones y las cargas imuestas, por lo que la estructura es segura. Además, en este documento también se detalla cuántos Kg de hierro se utilizarán para la estructura, un dato que es de vital importancia conocer para realizar el presupuesto del proyecto.

Seguidamente hay otro documento, que es el listado de la cimentación. Aquí el programa "Cype" ha calculado las medidas mínimas que tendrán que tener las zapatas, pero alguna se ha puesto más grande para que fuera más uniforme y fueran todas un poco más iguales. También se detalla el armado de las zapatas, de las barras de acero que tiene que llevar y el diámetro de las mismas.

En el siguiente listado de cimentación se puede comprobar que todos los valores cumplen, es decir, que la cimentación es la adecuada y que hay seguridad para que la estructura se coloque sobre esta cimentación. Además, en este documento también está el listado de las placas de anclaje con su comprobación.

# Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneeacion con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

---

## Índice

- 1.- Barras: Características Mecánicas
- 2.- Barras: Materiales Utilizados
- 3.- Barras: Resumen Medición (Acero)
- 4.- Cargas (Barras)
- 5.- Tensiones

# Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad de Narros

## 1.- Barras: Características Mecánicas

| Descripción                                | Inerc.Tor.<br>cm4 | Inerc.y<br>cm4 | Inerc.z<br>cm4 | Sección<br>cm² |
|--------------------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Acero, IPE 160 (IPE)                       | 3.600             | 869.300        | 68.310         | 20.100         |
| Acero, IPE 200 (IPE)                       | 6.980             | 1943.000       | 142.400        | 28.500         |
| Acero, IPE 220 (IPE)                       | 9.070             | 2772.000       | 204.900        | 33.400         |
| Acero, CF-200x3.0 (Conformados C)          | 0.306             | 588.291        | 45.903         | 10.203         |
| Acero, CF-300x3.0 (Conformados C)          | 0.441             | 1885.208       | 115.424        | 14.703         |
| Acero, IPE 220, Simple con cartelas (IPE)  | 9.070             | 2772.000       | 204.900        | 33.400         |
| Acero, HE 220 A, Simple con cartelas (HEA) | 28.460            | 5410.000       | 1955.000       | 64.300         |

## 2.- Barras: Materiales Utilizados

| Material     | Mód.elást.<br>(kp/cm²) | Mód.el.trans.<br>(kp/cm²) | Lím.elás.\Fck<br>(kp/cm²) | Co.dilat.<br>(m/m°C) | Peso espec.<br>(kg/dm³) |
|--------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| Acero (S235) | 2140672.78             | 823335.69                 | 2395.51                   | 1.2e-005             | 7.85                    |
| Acero (S275) | 2140672.78             | 823335.69                 | 2803.26                   | 1.2e-005             | 7.85                    |

## 3.- Barras: Resumen Medición (Acero)

| Descripción  |                          |                          | Peso (kp) |         |          | Longitud (m) |        |        |
|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------|---------|----------|--------------|--------|--------|
|              |                          |                          | Perfil    | Serie   | Acero    | Perfil       | Serie  | Acero  |
| Acero (S235) | Conformados C            | CF-200x3.0               | 538.23    | 4127.51 | 4127.51  | 67.20        | 378.20 | 378.20 |
|              |                          | CF-300x3.0               | 3589.28   |         |          | 311.00       |        |        |
|              | IPE                      | IPE 160                  | 5553.84   | 352.00  |          |              |        |        |
|              |                          | IPE 200                  | 816.43    | 36.53   |          |              |        |        |
|              |                          | IPE 220                  | 253.01    | 9.65    |          |              |        |        |
| HEA          | IPE 220, Simple con c... | 2453.68                  | 6623.28   | 398.18  |          |              |        |        |
|              | HEA                      | IPE 220, Simple con c... | 2453.68   | 90.74   | 90.74    |              |        |        |
|              |                          | HE 220 A, Simple con ... | 1968.54   | 39.00   | 39.00    |              |        |        |
| Acero (S275) |                          |                          |           |         | 11045.50 |              | 527.92 |        |
|              |                          |                          |           |         | 15173.01 |              | 906.12 |        |

## 4.- Cargas (Barras)

| Barras | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |    |        |        | Dirección |       |        |
|--------|----------|----------|-----------|----|--------|--------|-----------|-------|--------|
|        |          |          | P1        | P2 | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 1/2    | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 1/2    | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 2/3    | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 2/3    | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 3/4    | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 3/4    | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 3/8    | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 3/79   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 4/5    | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |    |        |        | Dirección |       |        |
|--------|----------|----------|-----------|----|--------|--------|-----------|-------|--------|
|        |          |          | P1        | P2 | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 4/5    | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 4/9    | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 4/80   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 5/6    | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 5/6    | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 5/10   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 5/81   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 6/7    | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 6/7    | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 6/11   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 6/119  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 7/68   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 7/68   | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 8/12   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 9/13   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 10/14  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 11/15  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 12/18  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 13/19  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 14/20  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 15/21  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 16/17  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 16/17  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 17/18  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 17/18  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 18/19  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 18/19  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 18/23  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 19/20  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 19/20  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 19/24  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 20/21  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 20/21  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 20/25  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 21/22  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 21/22  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 21/26  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 22/70  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 22/70  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 23/27  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 24/28  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 25/29  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 26/30  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 27/33  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 28/34  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 29/35  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |           |        |        | Dirección |       |        |
|--------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|
|        |          |          | P1        | P2        | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 30/36  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 31/32  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 31/32  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 32/33  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 32/33  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 33/34  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 33/34  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 33/38  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 34/35  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 34/35  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 34/39  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 35/36  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 35/36  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 35/40  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 36/37  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 36/37  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 36/41  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 37/72  | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.044 t/m | 0.043 t/m | 0.000  | 0.076  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 37/72  | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.043 t/m | 0.042 t/m | 0.076  | 0.152  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 37/72  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 38/42  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 39/43  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 40/44  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 41/45  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 42/48  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 43/49  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 44/50  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 45/51  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 46/47  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 46/47  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 47/48  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 47/48  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 48/49  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 48/49  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 48/53  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 49/50  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 49/50  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 49/54  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 50/51  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 50/51  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 50/55  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 51/52  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 51/52  | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.650 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 51/56  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 52/74  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 52/74  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |           |        |        | Dirección |       |        |
|--------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|
|        |          |          | P1        | P2        | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 53/57  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 54/58  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 55/59  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 56/60  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 57/63  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 58/64  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 59/65  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 60/66  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 61/62  | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.061 t/m | 0.051 t/m | 0.000  | 0.125  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 61/62  | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.051 t/m | 0.042 t/m | 0.125  | 0.250  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 61/62  | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.250  | 1.500  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 62/63  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 63/64  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 63/84  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 64/65  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 64/85  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 65/66  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 65/86  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 66/67  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 66/129 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 67/76  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 68/69  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 68/87  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 68/87  | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 69/70  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 70/71  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 70/89  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 70/89  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 71/72  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 72/73  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 72/91  | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.042 t/m | 0.038 t/m | 0.000  | 0.424  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 72/91  | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.038 t/m | 0.034 t/m | 0.424  | 0.848  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 72/91  | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.848  | 1.926  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 72/91  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 73/74  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 74/75  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 74/93  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 74/93  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 75/76  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 76/95  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 77/78  | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.061 t/m | 0.051 t/m | 0.000  | 0.125  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 77/78  | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.051 t/m | 0.042 t/m | 0.125  | 0.250  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 77/78  | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.250  | 1.500  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 78/79  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 79/80  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 80/81  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |           |        |        | Dirección |       |        |
|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|
|         |          |          | P1        | P2        | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 81/118  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 82/83   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 83/84   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 84/85   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 85/86   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 86/128  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 87/88   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 87/96   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 87/96   | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 88/89   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 89/90   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 89/98   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 89/98   | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 90/91   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 91/92   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 91/100  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 91/100  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 92/93   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 93/94   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 93/102  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 93/102  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 94/95   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 95/104  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 96/97   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 96/105  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 96/105  | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 97/98   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 98/99   | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 98/107  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 98/107  | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 99/100  | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 100/101 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 100/109 | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.000  | 1.328  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 100/109 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.034 t/m | 0.038 t/m | 1.328  | 1.627  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 100/109 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.038 t/m | 0.042 t/m | 1.627  | 1.926  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 100/109 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 101/102 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 102/103 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 102/111 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 102/111 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 103/104 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 104/113 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 105/106 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 105/120 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 105/120 | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 106/107 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

| Barras  | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |           |        |        | Dirección |       |        |
|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|
|         |          |          | P1        | P2        | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 107/108 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 107/121 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 107/121 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 108/109 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 109/110 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 109/122 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.042 t/m | 0.043 t/m | 0.000  | 0.076  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 109/122 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.043 t/m | 0.044 t/m | 0.076  | 0.152  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 109/122 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 110/111 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 111/112 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 111/123 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 111/123 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 112/113 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 113/130 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 114/115 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 131/115 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 116/117 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.061 t/m | 0.051 t/m | 0.000  | 0.125  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 116/117 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.051 t/m | 0.042 t/m | 0.125  | 0.250  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 116/117 | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.250  | 4.000  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 116/117 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 117/118 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 117/118 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 134/117 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 118/119 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 118/119 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 118/191 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 119/120 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 119/120 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 119/192 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 135/120 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 135/120 | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 137/121 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 137/121 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 137/121 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 139/122 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.042 t/m | 0.043 t/m | 0.000  | 0.076  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 139/122 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.043 t/m | 0.044 t/m | 0.076  | 0.152  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 139/122 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 139/122 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 141/123 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 141/123 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 141/123 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 124/125 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.061 t/m | 0.051 t/m | 0.000  | 0.125  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 124/125 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.051 t/m | 0.042 t/m | 0.125  | 0.250  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 124/125 | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.250  | 1.500  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 125/126 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 126/127 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad  
de Narros

| Barras  | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |           |        |        | Dirección |       |        |
|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|
|         |          |          | P1        | P2        | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 126/253 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 127/128 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 127/254 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 128/129 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 128/255 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 129/130 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 129/256 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 143/130 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 131/132 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 144/131 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 132/133 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 133/134 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 147/134 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 135/136 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 148/135 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 148/135 | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 136/137 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 137/138 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 150/137 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 150/137 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 150/137 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 138/139 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 139/140 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 152/139 | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.000  | 1.328  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 152/139 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.034 t/m | 0.038 t/m | 1.328  | 1.627  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 152/139 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.038 t/m | 0.042 t/m | 1.627  | 1.926  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 152/139 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 152/139 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 140/141 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 141/142 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 154/141 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 154/141 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 154/141 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 142/143 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 156/143 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 144/145 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 157/144 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 145/146 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 146/147 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 160/147 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 148/149 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 161/148 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 161/148 | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 149/150 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 150/151 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 163/150 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |           |        |        | Dirección |       |        |
|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|
|         |          |          | P1        | P2        | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 163/150 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 163/150 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 151/152 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 152/153 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 165/152 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 165/152 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 165/152 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 153/154 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 154/155 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 167/154 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 167/154 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 167/154 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 155/156 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 169/156 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 157/158 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 171/157 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 158/159 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 159/160 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 170/160 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 161/162 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 175/161 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 175/161 | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 162/163 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 163/164 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 177/163 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 177/163 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 177/163 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 164/165 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 165/166 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 179/165 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.042 t/m | 0.038 t/m | 0.000  | 0.424  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 179/165 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.038 t/m | 0.034 t/m | 0.424  | 0.848  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 179/165 | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.848  | 1.926  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 179/165 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 179/165 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 166/167 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 167/168 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 181/167 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 181/167 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 181/167 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 168/169 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 183/169 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 174/170 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 170/190 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.008 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 171/172 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 185/171 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 172/173 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |           |        |        | Dirección |       |        |
|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|
|         |          |          | P1        | P2        | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 173/174 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 189/174 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 175/176 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 193/175 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 193/175 | 2 (SC 1) | Uniforme | 0.500 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 176/177 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 177/178 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 208/177 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 208/177 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 208/177 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 178/179 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 179/180 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 227/179 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.044 t/m | 0.043 t/m | 0.000  | 0.076  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 227/179 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.043 t/m | 0.042 t/m | 0.076  | 0.152  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 227/179 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 227/179 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 180/181 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 181/182 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 242/181 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 242/181 | 2 (SC 1) | Uniforme | 1.000 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 242/181 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.300 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 182/183 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.016 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 257/183 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.022 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 184/185 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 186/187 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 186/187 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 187/188 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 187/188 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 187/194 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 188/189 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 188/189 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 189/190 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 189/190 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 190/191 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 190/191 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 190/195 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 191/192 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 191/192 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 191/196 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 192/193 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 192/193 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.350 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | 1.000  |
| 192/197 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 194/198 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 195/199 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 196/200 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 197/201 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |    |        |        | Dirección |       |        |
|---------|----------|----------|-----------|----|--------|--------|-----------|-------|--------|
|         |          |          | P1        | P2 | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 198/204 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 199/205 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 200/206 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 201/207 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 202/203 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 202/203 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 203/204 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 203/204 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 204/205 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 204/205 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 205/206 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 205/206 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 206/207 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 206/207 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 206/209 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 207/208 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 207/208 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 207/210 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 209/215 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 210/216 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 211/212 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 212/213 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 213/214 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 213/217 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 214/215 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 214/218 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 215/216 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 215/219 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 216/220 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 217/223 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 218/224 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 219/225 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 220/226 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 221/222 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 221/222 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 222/223 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 222/223 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 223/224 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 223/224 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 223/228 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 224/225 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 224/225 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 224/229 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 225/226 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 225/226 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -  | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 225/230 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -  | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | Hipót.   | Tipo     | Cargas    |           |        |        | Dirección |       |        |
|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|-------|--------|
|         |          |          | P1        | P2        | L1 (m) | L2 (m) | X         | Y     | Z      |
| 226/227 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 226/227 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 226/231 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 228/232 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 229/233 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 230/234 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 231/235 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 232/238 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 233/239 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 234/240 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 235/241 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 236/237 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 236/237 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 237/238 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 237/238 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 238/239 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 238/239 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 238/243 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 239/240 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 239/240 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 239/244 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 240/241 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 240/241 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 240/245 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 241/242 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.050 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 241/242 | 3 (V 1)  | Uniforme | 0.200 t/m | -         | -      | -      | 1.000     | 0.000 | 0.000  |
| 241/246 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 243/247 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 244/248 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 245/249 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 246/250 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 247/253 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 248/254 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 249/255 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 250/256 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.012 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 251/252 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.061 t/m | 0.051 t/m | 0.000  | 0.125  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 251/252 | 1 (PP 1) | Trapez.  | 0.051 t/m | 0.042 t/m | 0.125  | 0.250  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 251/252 | 1 (PP 1) | Faja     | 0.026 t/m | -         | 0.250  | 1.500  | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 252/253 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 253/254 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 254/255 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 255/256 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| 256/257 | 1 (PP 1) | Uniforme | 0.026 t/m | -         | -      | -      | 0.000     | 0.000 | -1.000 |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

### 5.- Tensiones

| Barras | TENSION MÁXIMA |            |          |          |         |         |          |          |          |
|--------|----------------|------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
|        | TENS. ( )      | APROV. (%) | Pos. (m) | N (t)    | Ty (t)  | Tz (t)  | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| 1/2    | 0.0048         | 0.48       | 1.500    | -0.3780  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000   |
| 2/3    | 0.0970         | 9.70       | 0.150    | 1.7830   | -0.1261 | -0.0688 | -0.0001  | -0.1828  | 0.0823   |
| 3/4    | 0.0865         | 8.65       | 1.550    | -3.1148  | -0.0785 | -0.0159 | 0.0004   | 0.0491   | 0.0657   |
| 3/8    | 0.4270         | 42.70      | 0.000    | -0.0498  | 0.0818  | 0.0003  | -0.0000  | 0.0023   | 0.1363   |
| 3/79   | 0.0403         | 4.03       | 1.500    | -0.0105  | -0.0107 | -0.0006 | 0.0000   | 0.0000   | 0.0040   |
| 4/5    | 0.0907         | 9.07       | 1.550    | -2.9678  | -0.0813 | -0.0582 | 0.0006   | 0.1438   | 0.0598   |
| 4/9    | 0.4509         | 45.09      | 0.000    | -0.0303  | 0.0801  | -0.0111 | 0.0000   | -0.0540  | 0.1311   |
| 4/80   | 0.1653         | 16.53      | 0.000    | -0.0230  | 0.0119  | -0.0622 | -0.0000  | -0.0933  | 0.0046   |
| 5/6    | 0.3239         | 32.39      | 1.600    | -2.8176  | -0.1096 | 1.1761  | 0.0002   | -1.7303  | 0.1011   |
| 5/10   | 0.4998         | 49.98      | 0.000    | -0.0188  | 0.0816  | -0.0266 | 0.0000   | -0.1251  | 0.1351   |
| 5/81   | 0.2172         | 21.72      | 0.000    | 1.2779   | 0.0124  | -0.0825 | -0.0000  | -0.2016  | 0.0077   |
| 6/7    | 0.2914         | 29.14      | 0.150    | -2.7067  | -0.1710 | 1.6722  | -0.0119  | -1.9599  | 0.0060   |
| 6/11   | 0.4754         | 47.54      | 0.000    | -0.0054  | 0.0757  | -0.0373 | 0.0000   | -0.1549  | 0.1199   |
| 6/119  | 0.2938         | 29.38      | 0.000    | -0.0078  | 0.0181  | 0.0267  | 0.0000   | 0.1562   | 0.0154   |
| 7/68   | 0.3693         | 36.93      | 0.000    | -2.0945  | -0.1710 | -2.3950 | -0.0079  | -1.9599  | -0.0108  |
| 8/12   | 0.2496         | 24.96      | 1.650    | -0.0484  | -0.0009 | 0.0004  | -0.0000  | 0.0006   | -0.0690  |
| 9/13   | 0.2445         | 24.45      | 2.062    | -0.0303  | -0.0072 | -0.0110 | 0.0000   | 0.0060   | -0.0660  |
| 10/14  | 0.2541         | 25.41      | 2.062    | -0.0189  | -0.0077 | -0.0266 | 0.0000   | 0.0188   | -0.0662  |
| 11/15  | 0.2707         | 27.07      | 2.062    | -0.0066  | -0.0060 | -0.0373 | 0.0000   | 0.0469   | -0.0659  |
| 12/18  | 0.4311         | 43.11      | 3.350    | -0.0499  | -0.0815 | 0.0005  | 0.0000   | -0.0018  | 0.1382   |
| 13/19  | 0.4665         | 46.65      | 3.350    | -0.0303  | -0.0811 | -0.0108 | 0.0000   | 0.0559   | 0.1370   |
| 14/20  | 0.5128         | 51.28      | 3.350    | -0.0188  | -0.0810 | -0.0268 | 0.0000   | 0.1415   | 0.1369   |
| 15/21  | 0.5514         | 55.14      | 3.350    | -0.0053  | -0.0815 | -0.0372 | 0.0000   | 0.2177   | 0.1381   |
| 16/17  | 0.0323         | 3.23       | 0.000    | -0.0303  | 0.0000  | -0.7313 | 0.0000   | -0.1828  | 0.0000   |
| 17/18  | 0.8833         | 88.33      | 0.000    | -10.9605 | 0.0416  | 5.3744  | 0.0003   | 11.2550  | -0.0059  |
| 18/19  | 0.8246         | 82.46      | 0.000    | -10.7878 | -0.0077 | 5.3754  | 0.0010   | 10.4487  | -0.0102  |
| 18/23  | 0.4194         | 41.94      | 0.000    | -0.0006  | 0.0809  | -0.0005 | -0.0001  | -0.0026  | 0.1363   |
| 19/20  | 0.5171         | 51.71      | 1.550    | -10.4143 | -0.0013 | 5.4067  | 0.0012   | -6.2635  | 0.0050   |
| 19/24  | 0.4614         | 46.14      | 0.000    | -0.0204  | 0.0807  | 0.0076  | 0.0000   | 0.0563   | 0.1355   |
| 20/21  | 1.1613         | 116.13     | 1.600    | -10.1441 | 0.0069  | 5.4868  | -0.0004  | -15.0423 | -0.0042  |
| 20/25  | 0.5089         | 50.89      | 0.000    | -0.0209  | 0.0806  | 0.0200  | 0.0000   | 0.1411   | 0.1352   |
| 21/22  | 1.2135         | 121.35     | 0.150    | -9.9740  | 0.0218  | 5.5803  | -0.0129  | -15.8794 | -0.0049  |
| 21/26  | 0.5475         | 54.75      | 0.000    | -0.1355  | 0.0799  | 0.0281  | 0.0000   | 0.1971   | 0.1337   |
| 22/70  | 2.1729         | 217.29     | 0.000    | -7.1440  | 0.0218  | -8.9209 | 0.0027   | -15.8794 | -0.0135  |
| 23/27  | 0.2354         | 23.54      | 1.650    | -0.0000  | 0.0000  | -0.0000 | 0.0000   | -0.0001  | -0.0674  |
| 24/28  | 0.2547         | 25.47      | 1.650    | -0.0204  | -0.0001 | 0.0079  | 0.0000   | 0.0178   | -0.0666  |
| 25/29  | 0.2734         | 27.34      | 1.238    | -0.0210  | 0.0064  | 0.0197  | 0.0000   | 0.0497   | -0.0652  |
| 26/30  | 0.3019         | 30.19      | 1.238    | -0.1367  | 0.0065  | 0.0282  | -0.0000  | 0.0679   | -0.0654  |
| 27/33  | 0.4167         | 41.67      | 3.350    | -0.0006  | -0.0810 | -0.0001 | 0.0000   | 0.0004   | 0.1364   |
| 28/34  | 0.4378         | 43.78      | 3.350    | -0.0204  | -0.0805 | 0.0083  | 0.0000   | -0.0230  | 0.1350   |
| 29/35  | 0.4599         | 45.99      | 3.350    | -0.0209  | -0.0805 | 0.0193  | -0.0000  | -0.0556  | 0.1349   |
| 30/36  | 0.4911         | 49.11      | 3.350    | -0.1355  | -0.0803 | 0.0283  | -0.0000  | -0.0853  | 0.1347   |
| 31/32  | 0.0323         | 3.23       | 0.000    | -0.0303  | 0.0000  | -0.7313 | 0.0000   | -0.1828  | 0.0000   |
| 32/33  | 0.9316         | 93.16      | 0.000    | -11.6385 | -0.0013 | 6.0384  | -0.0000  | 11.8763  | -0.0020  |
| 33/34  | 0.8647         | 86.47      | 0.000    | -11.4663 | -0.0013 | 6.0381  | -0.0000  | 10.9704  | -0.0019  |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras | TENSION MÁXIMA |            |          |          |         |         |          |          |          |
|--------|----------------|------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
|        | TENS. ( )      | APROV. (%) | Pos. (m) | N (t)    | Ty (t)  | Tz (t)  | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| 33/38  | 0.4168         | 41.68      | 0.000    | -0.0006  | 0.0810  | 0.0001  | -0.0000  | 0.0005   | 0.1364   |
| 34/35  | 0.6249         | 62.49      | 1.550    | -11.0934 | -0.0007 | 6.0094  | -0.0001  | -7.7033  | 0.0011   |
| 34/39  | 0.4386         | 43.86      | 0.000    | -0.0210  | 0.0806  | -0.0088 | -0.0000  | -0.0230  | 0.1353   |
| 35/36  | 1.3243         | 132.43     | 1.600    | -10.8238 | 0.0000  | 5.9446  | -0.0001  | -17.2147 | 0.0010   |
| 35/40  | 0.4607         | 46.07      | 0.000    | -0.0217  | 0.0806  | -0.0209 | 0.0000   | -0.0556  | 0.1352   |
| 36/37  | 1.3774         | 137.74     | 0.150    | -10.6546 | 0.0067  | 5.8575  | 0.0028   | -18.0935 | 0.0001   |
| 36/41  | 0.4936         | 49.36      | 0.000    | -0.1424  | 0.0803  | -0.0315 | 0.0000   | -0.0879  | 0.1348   |
| 37/72  | 1.0326         | 103.26     | 0.152    | -8.2146  | 0.0067  | -8.6810 | -0.0001  | -15.9765 | 0.0017   |
| 38/42  | 0.2352         | 23.52      | 1.650    | -0.0001  | 0.0001  | 0.0000  | 0.0000   | -0.0000  | -0.0674  |
| 39/43  | 0.2569         | 25.69      | 1.650    | -0.0210  | 0.0001  | -0.0084 | 0.0000   | 0.0205   | -0.0666  |
| 40/44  | 0.2790         | 27.90      | 2.063    | -0.0218  | -0.0064 | -0.0213 | 0.0000   | 0.0583   | -0.0652  |
| 41/45  | 0.3115         | 31.15      | 2.063    | -0.1437  | -0.0065 | -0.0314 | 0.0000   | 0.0826   | -0.0654  |
| 42/48  | 0.4193         | 41.93      | 3.350    | -0.0006  | -0.0810 | 0.0005  | 0.0000   | -0.0025  | 0.1363   |
| 43/49  | 0.4640         | 46.40      | 3.350    | -0.0210  | -0.0807 | -0.0080 | -0.0000  | 0.0613   | 0.1352   |
| 44/50  | 0.5166         | 51.66      | 3.350    | -0.0217  | -0.0806 | -0.0216 | -0.0000  | 0.1570   | 0.1349   |
| 45/51  | 0.5619         | 56.19      | 3.350    | -0.1424  | -0.0798 | -0.0314 | -0.0000  | 0.2265   | 0.1335   |
| 46/47  | 0.0323         | 3.23       | 0.000    | -0.0303  | 0.0000  | -0.7313 | 0.0000   | -0.1828  | 0.0000   |
| 47/48  | 0.8552         | 85.52      | 0.000    | -10.9278 | -0.0440 | 5.2803  | -0.0002  | 10.8836  | 0.0016   |
| 48/49  | 0.7976         | 79.76      | 0.000    | -10.7551 | 0.0050  | 5.2813  | -0.0010  | 10.0915  | 0.0064   |
| 48/53  | 0.4308         | 43.08      | 0.000    | -0.0496  | 0.0815  | -0.0005 | -0.0000  | -0.0017  | 0.1382   |
| 49/50  | 0.5211         | 52.11      | 1.550    | -10.3817 | 0.0001  | 5.3112  | -0.0012  | -6.3269  | -0.0030  |
| 49/54  | 0.4708         | 47.08      | 0.000    | -0.0321  | 0.0812  | 0.0115  | -0.0000  | 0.0610   | 0.1374   |
| 50/51  | 1.1541         | 115.41     | 1.600    | -10.1115 | -0.0056 | 5.3872  | 0.0004   | -14.9464 | 0.0042   |
| 50/55  | 0.5224         | 52.24      | 0.000    | -0.0219  | 0.0811  | 0.0292  | -0.0000  | 0.1574   | 0.1372   |
| 51/52  | 1.2052         | 120.52     | 0.150    | -9.9414  | -0.0199 | 5.4735  | 0.0138   | -15.7676 | 0.0049   |
| 51/56  | 0.5672         | 56.72      | 0.000    | -0.0134  | 0.0816  | 0.0414  | -0.0000  | 0.2465   | 0.1384   |
| 52/74  | 2.1576         | 215.76     | 0.000    | -7.0334  | -0.0199 | -8.9063 | -0.0026  | -15.7676 | 0.0144   |
| 53/57  | 0.2492         | 24.92      | 1.650    | -0.0482  | 0.0008  | -0.0004 | 0.0000   | 0.0006   | -0.0689  |
| 54/58  | 0.2464         | 24.64      | 1.237    | -0.0321  | 0.0073  | 0.0118  | -0.0000  | 0.0077   | -0.0660  |
| 55/59  | 0.2584         | 25.84      | 1.237    | -0.0220  | 0.0076  | 0.0290  | -0.0000  | 0.0237   | -0.0662  |
| 56/60  | 0.2783         | 27.83      | 1.237    | -0.0148  | 0.0060  | 0.0414  | -0.0000  | 0.0566   | -0.0658  |
| 57/63  | 0.4256         | 42.56      | 3.350    | -0.0496  | -0.0815 | -0.0003 | 0.0000   | 0.0023   | 0.1358   |
| 58/64  | 0.4519         | 45.19      | 3.350    | -0.0321  | -0.0800 | 0.0119  | -0.0000  | -0.0564  | 0.1308   |
| 59/65  | 0.5032         | 50.32      | 3.350    | -0.0219  | -0.0814 | 0.0289  | -0.0000  | -0.1331  | 0.1345   |
| 60/66  | 0.4817         | 48.17      | 3.350    | -0.0135  | -0.0754 | 0.0414  | -0.0000  | -0.1677  | 0.1192   |
| 61/62  | 0.0003         | 0.03       | 1.500    | 0.0249   | 0.0000  | -0.0000 | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000   |
| 62/63  | 0.0887         | 8.87       | 0.150    | -0.7594  | 0.1260  | -0.0775 | 0.0001   | -0.2019  | -0.0833  |
| 63/64  | 0.0679         | 6.79       | 0.000    | -0.6724  | 0.0751  | -0.0867 | 0.0002   | -0.2019  | 0.0525   |
| 63/84  | 0.0414         | 4.14       | 1.500    | -0.0092  | -0.0109 | -0.0001 | -0.0000  | 0.0000   | 0.0042   |
| 64/65  | 0.0601         | 6.01       | 0.000    | -0.5679  | 0.0807  | -0.0750 | 0.0001   | -0.0831  | 0.0665   |
| 64/85  | 0.1501         | 15.01      | 0.000    | -0.0123  | 0.0101  | 0.0599  | 0.0000   | 0.0899   | 0.0033   |
| 65/66  | 0.0979         | 9.79       | 1.600    | -0.4194  | 0.1112  | 0.1415  | -0.0001  | -0.2056  | -0.1028  |
| 65/86  | 0.1802         | 18.02      | 0.000    | 0.0569   | -0.0185 | -0.0599 | -0.0000  | -0.1421  | -0.0167  |
| 66/67  | 0.0735         | 7.35       | 0.000    | -0.3110  | 0.1656  | 0.1732  | 0.0112   | -0.1743  | 0.0185   |
| 66/129 | 0.2637         | 26.37      | 0.000    | 0.0773   | 0.0322  | 0.0453  | -0.0000  | 0.1800   | 0.0313   |
| 67/76  | 0.0646         | 6.46       | 0.000    | -0.2078  | 0.1515  | -0.2637 | 0.0082   | -0.1506  | 0.0033   |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | TENSION MÁXIMA |            |          |         |         |         |          |          |          |
|---------|----------------|------------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
|         | TENS. ( )      | APROV. (%) | Pos. (m) | N (t)   | Ty (t)  | Tz (t)  | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| 68/69   | 0.0633         | 6.33       | 3.125    | -0.1578 | 0.0053  | -0.0197 | 0.0008   | 0.1553   | 0.0094   |
| 68/87   | 0.3095         | 30.95      | 0.000    | -2.0555 | -0.0131 | -2.1938 | -0.0021  | -1.6038  | -0.0121  |
| 69/70   | 0.1048         | 10.48      | 5.000    | -0.1677 | -0.0046 | 0.1302  | -0.0000  | -0.2306  | 0.0223   |
| 70/71   | 0.0801         | 8.01       | 0.000    | -0.1102 | -0.0014 | -0.1142 | 0.0005   | -0.2242  | -0.0071  |
| 70/89   | 2.0071         | 200.71     | 0.000    | -7.0712 | -0.0249 | -8.4495 | -0.0005  | -14.5396 | -0.0304  |
| 71/72   | 0.0586         | 5.86       | 5.167    | -0.0910 | -0.0014 | 0.1011  | -0.0004  | -0.1586  | 0.0062   |
| 72/73   | 0.0533         | 5.33       | 0.000    | -0.1068 | 0.0006  | -0.1009 | 0.0005   | -0.1563  | 0.0028   |
| 72/91   | 1.3103         | 131.03     | 0.848    | -7.7884 | 0.0031  | -7.2699 | -0.0000  | -9.2716  | 0.0016   |
| 73/74   | 0.0756         | 7.56       | 5.000    | -0.1068 | 0.0008  | 0.1141  | -0.0005  | -0.2226  | -0.0044  |
| 74/75   | 0.1067         | 10.67      | 0.000    | -0.1636 | 0.0049  | -0.1302 | 0.0000   | -0.2307  | 0.0236   |
| 74/93   | 1.9928         | 199.28     | 0.000    | -6.9598 | 0.0263  | -8.4353 | 0.0006   | -14.4301 | 0.0324   |
| 75/76   | 0.0629         | 6.29       | 1.875    | -0.1538 | -0.0050 | 0.0198  | -0.0009  | 0.1560   | 0.0090   |
| 76/95   | 0.0482         | 4.82       | 1.926    | -0.1674 | -0.0335 | -0.0866 | 0.0002   | 0.1709   | 0.0202   |
| 77/78   | 0.0003         | 0.03       | 1.500    | 0.0249  | 0.0000  | -0.0000 | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000   |
| 78/79   | 0.0408         | 4.08       | 0.000    | -0.1330 | 0.0207  | -0.0850 | -0.0000  | -0.2145  | 0.0173   |
| 79/80   | 0.0390         | 3.90       | 0.000    | -0.1225 | 0.0114  | -0.0846 | -0.0001  | -0.2017  | 0.0173   |
| 80/81   | 0.0188         | 1.88       | 0.000    | -0.0679 | 0.0158  | -0.0456 | -0.0001  | -0.0707  | 0.0136   |
| 81/118  | 0.1498         | 14.98      | 4.500    | 1.2706  | -0.0258 | -0.0275 | 0.0000   | 0.0795   | 0.0218   |
| 82/83   | 0.0004         | 0.04       | 0.000    | -0.0265 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000   |
| 83/84   | 0.0431         | 4.31       | 0.000    | -0.1407 | 0.0220  | 0.0894  | 0.0000   | 0.2262   | 0.0183   |
| 84/85   | 0.0412         | 4.12       | 0.000    | -0.1299 | 0.0122  | 0.0889  | 0.0001   | 0.2128   | 0.0184   |
| 85/86   | 0.0207         | 2.07       | 0.000    | -0.0724 | 0.0186  | 0.0484  | 0.0001   | 0.0750   | 0.0156   |
| 86/128  | 0.1416         | 14.16      | 4.500    | 0.1847  | -0.0261 | 0.0241  | -0.0000  | -0.0665  | 0.0222   |
| 87/88   | 0.0857         | 8.57       | 3.750    | -0.0001 | 0.0047  | -0.0270 | 0.0012   | 0.2473   | 0.0077   |
| 87/96   | 0.2705         | 27.05      | 0.770    | -1.6692 | -0.0065 | -0.0046 | -0.0024  | 1.4548   | -0.0016  |
| 88/89   | 0.1027         | 10.27      | 5.000    | 0.0255  | -0.0045 | 0.1317  | 0.0000   | -0.2273  | 0.0234   |
| 89/90   | 0.0726         | 7.26       | 0.000    | 0.0356  | -0.0007 | -0.1148 | -0.0000  | -0.2231  | -0.0031  |
| 89/98   | 0.9249         | 92.49      | 1.926    | -5.9423 | 0.0038  | -1.9847 | -0.0008  | 6.5021   | -0.0046  |
| 90/91   | 0.1059         | 10.59      | 5.167    | -0.0222 | -0.0013 | 0.1390  | -0.0001  | -0.3258  | 0.0049   |
| 91/92   | 0.1015         | 10.15      | 0.000    | -0.0207 | 0.0006  | -0.1416 | 0.0002   | -0.3254  | 0.0019   |
| 91/100  | 0.9659         | 96.59      | 1.926    | -6.2471 | 0.0024  | -2.4485 | -0.0000  | 6.7917   | -0.0027  |
| 92/93   | 0.0675         | 6.75       | 5.000    | 0.0370  | 0.0002  | 0.1144  | 0.0000   | -0.2193  | -0.0004  |
| 93/94   | 0.1032         | 10.32      | 0.000    | 0.0265  | 0.0047  | -0.1313 | -0.0000  | -0.2233  | 0.0245   |
| 93/102  | 0.9353         | 93.53      | 1.926    | -5.7746 | -0.0015 | -1.9716 | 0.0007   | 6.6040   | 0.0019   |
| 94/95   | 0.0889         | 8.89       | 0.625    | 0.0013  | -0.0044 | 0.0162  | -0.0013  | 0.2712   | 0.0048   |
| 95/104  | 0.0369         | 3.69       | 0.000    | -0.1627 | 0.0065  | -0.0107 | 0.0024   | 0.1724   | 0.0065   |
| 96/97   | 0.1230         | 12.30      | 5.000    | -0.0004 | 0.0041  | -0.0255 | 0.0011   | 0.3883   | 0.0039   |
| 96/105  | 0.4387         | 43.87      | 1.926    | -1.2664 | -0.0126 | 2.4876  | -0.0011  | -2.4263  | 0.0120   |
| 97/98   | 0.1253         | 12.53      | 0.000    | -0.0004 | 0.0050  | -0.0222 | 0.0007   | 0.3879   | 0.0056   |
| 98/99   | 0.0936         | 9.36       | 0.000    | 0.0258  | 0.0004  | 0.0074  | -0.0001  | 0.3007   | 0.0016   |
| 98/107  | 1.1518         | 115.18     | 1.637    | -5.6443 | -0.0285 | 0.1720  | -0.0004  | 8.1572   | 0.0279   |
| 99/100  | 0.1530         | 15.30      | 5.167    | 0.0252  | -0.0005 | 0.1805  | -0.0002  | -0.4954  | 0.0019   |
| 100/101 | 0.1513         | 15.13      | 0.000    | 0.0251  | -0.0001 | -0.1830 | 0.0002   | -0.4950  | -0.0009  |
| 100/109 | 1.2510         | 125.10     | 1.328    | -6.0238 | 0.0018  | -0.7409 | 0.0000   | 8.9819   | -0.0013  |
| 101/102 | 0.1053         | 10.53      | 5.000    | 0.0257  | -0.0009 | -0.0098 | 0.0001   | 0.3247   | 0.0046   |
| 102/103 | 0.1292         | 12.92      | 5.000    | -0.0005 | -0.0047 | 0.0247  | -0.0007  | 0.4003   | 0.0057   |

# Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | TENSION MÁXIMA |            |          |         |         |         |          |          |          |
|---------|----------------|------------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
|         | TENS. ( )      | APROV. (%) | Pos. (m) | N (t)   | Ty (t)  | Tz (t)  | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| 102/111 | 1.1599         | 115.99     | 1.637    | -5.5328 | 0.0299  | 0.1760  | 0.0003   | 8.2156   | -0.0305  |
| 103/104 | 0.1271         | 12.71      | 0.000    | -0.0004 | -0.0039 | 0.0280  | -0.0010  | 0.4007   | 0.0041   |
| 104/113 | 0.0564         | 5.64       | 1.926    | -0.1243 | 0.0127  | 0.2272  | 0.0009   | -0.2564  | -0.0133  |
| 105/106 | 0.1381         | 13.81      | 5.000    | -0.0802 | 0.0039  | -0.0514 | 0.0000   | 0.4322   | 0.0041   |
| 105/120 | 0.6700         | 67.00      | 0.000    | -1.2366 | 0.0676  | 2.6427  | 0.0848   | -2.4263  | -0.0264  |
| 106/107 | 0.1618         | 16.18      | 5.000    | -0.0761 | 0.0033  | 0.0082  | 0.0001   | 0.4725   | -0.0122  |
| 107/108 | 0.1448         | 14.48      | 0.000    | -0.1016 | -0.0008 | 0.0360  | 0.0001   | 0.4661   | -0.0014  |
| 107/121 | 1.1332         | 113.32     | 0.000    | -5.5656 | -0.0029 | 0.6715  | 0.0040   | 8.0442   | 0.0233   |
| 108/109 | 0.1931         | 19.31      | 5.167    | -0.1065 | 0.0009  | 0.2101  | -0.0001  | -0.6210  | -0.0024  |
| 109/110 | 0.1966         | 19.66      | 0.000    | -0.1108 | -0.0015 | -0.2107 | 0.0001   | -0.6211  | -0.0047  |
| 109/122 | 0.6367         | 63.67      | 0.000    | -5.8607 | 0.0061  | 0.0872  | -0.0000  | 9.4312   | -0.0001  |
| 110/111 | 0.1463         | 14.63      | 5.000    | -0.1057 | 0.0004  | -0.0366 | -0.0001  | 0.4719   | 0.0008   |
| 111/112 | 0.1609         | 16.09      | 0.000    | -0.0798 | -0.0029 | -0.0075 | -0.0000  | 0.4788   | -0.0102  |
| 111/123 | 1.1412         | 114.12     | 0.000    | -5.4534 | 0.0039  | 0.6740  | -0.0044  | 8.1014   | -0.0261  |
| 112/113 | 0.1391         | 13.91      | 0.000    | -0.0841 | -0.0035 | 0.0520  | -0.0000  | 0.4352   | 0.0041   |
| 113/130 | 0.6761         | 67.61      | 0.000    | -0.0947 | -0.0715 | 0.3830  | -0.0856  | -0.2563  | 0.0232   |
| 114/115 | 0.0336         | 3.36       | 4.000    | -0.2584 | -0.0031 | 0.0758  | 0.0000   | -0.1928  | 0.0083   |
| 131/115 | 0.0647         | 6.47       | 0.000    | -0.0330 | -0.0031 | 0.2628  | -0.0082  | -0.1525  | 0.0009   |
| 116/117 | 0.2858         | 28.58      | 4.000    | -5.5403 | -0.0089 | 0.0389  | 0.0000   | -0.0622  | 0.0224   |
| 117/118 | 0.1095         | 10.95      | 0.000    | -5.2925 | -0.1071 | 0.0306  | 0.0002   | -0.0531  | -0.0657  |
| 134/117 | 0.0725         | 7.25       | 0.000    | 0.0126  | 0.0097  | 0.1970  | 0.0092   | 0.0179   | 0.0006   |
| 118/119 | 0.0840         | 8.40       | 0.000    | -5.2104 | 0.0016  | -0.0555 | -0.0002  | -0.0761  | 0.0014   |
| 118/191 | 0.3525         | 35.25      | 6.000    | 1.2369  | -0.0342 | 0.0568  | -0.0000  | -0.2607  | 0.0382   |
| 119/120 | 0.0854         | 8.54       | 1.150    | -5.0266 | 0.0045  | -0.1373 | -0.0005  | 0.1640   | -0.0114  |
| 119/192 | 0.3235         | 32.35      | 6.000    | -0.0100 | -0.0200 | 0.0246  | -0.0000  | -0.1505  | 0.0216   |
| 135/120 | 0.6704         | 67.04      | 0.000    | -1.2368 | -0.0773 | 2.6413  | -0.0849  | -2.4257  | 0.0249   |
| 137/121 | 1.1344         | 113.44     | 0.000    | -5.5593 | -0.0029 | 0.7093  | -0.0040  | 8.0499   | -0.0242  |
| 139/122 | 0.6378         | 63.78      | 0.000    | -5.8585 | 0.0061  | 0.1249  | 0.0001   | 9.4363   | 0.0017   |
| 141/123 | 1.1419         | 114.19     | 0.000    | -5.4540 | 0.0039  | 0.6705  | 0.0045   | 8.1009   | 0.0273   |
| 124/125 | 0.0003         | 0.03       | 1.500    | 0.0249  | 0.0000  | -0.0000 | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000   |
| 125/126 | 0.0357         | 3.57       | 0.150    | -1.0287 | -0.0214 | -0.0230 | -0.0001  | -0.0151  | 0.0345   |
| 126/127 | 0.0284         | 2.84       | 1.550    | -0.9416 | -0.0111 | -0.0228 | -0.0002  | 0.0203   | 0.0201   |
| 126/253 | 0.2124         | 21.24      | 6.000    | -0.0103 | -0.0327 | -0.0001 | 0.0000   | 0.0010   | 0.0331   |
| 127/128 | 0.0269         | 2.69       | 0.000    | -1.0090 | -0.0180 | -0.0229 | 0.0002   | 0.0178   | -0.0167  |
| 127/254 | 0.3074         | 30.74      | 6.000    | -0.0012 | -0.0340 | -0.0102 | 0.0000   | 0.0610   | 0.0368   |
| 128/129 | 0.0249         | 2.49       | 1.600    | -0.7414 | 0.0155  | 0.0338  | -0.0002  | -0.0142  | -0.0197  |
| 128/255 | 0.2882         | 28.82      | 6.000    | 0.1630  | -0.0335 | -0.0426 | 0.0000   | 0.1890   | 0.0356   |
| 129/130 | 0.0365         | 3.65       | 1.150    | -0.7122 | 0.0026  | 0.1277  | 0.0005   | -0.1648  | -0.0108  |
| 129/256 | 0.3304         | 33.04      | 6.000    | 0.0689  | -0.0332 | -0.0507 | 0.0000   | 0.2509   | 0.0346   |
| 143/130 | 0.6759         | 67.59      | 0.000    | -0.0936 | 0.0668  | 0.3834  | 0.0856   | -0.2563  | -0.0240  |
| 131/132 | 0.0464         | 4.64       | 2.650    | -0.0046 | -0.0001 | -0.0305 | 0.0003   | 0.1473   | -0.0013  |
| 144/131 | 0.0310         | 3.10       | 1.926    | -0.0495 | 0.0049  | 0.1771  | -0.0001  | -0.1524  | -0.0053  |
| 132/133 | 0.0531         | 5.31       | 1.688    | -0.0068 | 0.0013  | 0.0076  | 0.0000   | 0.1653   | -0.0021  |
| 133/134 | 0.0494         | 4.94       | 0.000    | -0.0069 | -0.0027 | 0.0304  | -0.0003  | 0.1467   | -0.0034  |
| 147/134 | 0.0331         | 3.31       | 0.000    | -0.0087 | 0.0027  | 0.0535  | 0.0001   | 0.1766   | 0.0036   |
| 135/136 | 0.1384         | 13.84      | 5.000    | -0.0876 | -0.0031 | -0.0513 | -0.0000  | 0.4324   | -0.0042  |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | TENSION MÁXIMA |            |          |         |         |         |          |          |          |
|---------|----------------|------------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
|         | TENS. ( )      | APROV. (%) | Pos. (m) | N (t)   | Ty (t)  | Tz (t)  | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| 148/135 | 0.4417         | 44.17      | 1.926    | -1.2555 | 0.0177  | 2.4740  | 0.0011   | -2.4201  | -0.0171  |
| 136/137 | 0.1566         | 15.66      | 5.000    | -0.0831 | -0.0025 | 0.0083  | -0.0001  | 0.4723   | 0.0086   |
| 137/138 | 0.1442         | 14.42      | 0.000    | -0.1126 | 0.0005  | 0.0361  | -0.0001  | 0.4663   | 0.0002   |
| 150/137 | 1.1536         | 115.36     | 1.541    | -5.6635 | 0.0269  | 0.0641  | 0.0004   | 8.1871   | -0.0242  |
| 138/139 | 0.1935         | 19.35      | 5.000    | -0.1181 | -0.0009 | 0.2102  | 0.0001   | -0.6213  | 0.0024   |
| 139/140 | 0.1917         | 19.17      | 0.000    | -0.1123 | 0.0007  | -0.2107 | -0.0001  | -0.6208  | 0.0011   |
| 152/139 | 1.2544         | 125.44     | 1.328    | -6.0192 | 0.0004  | -0.7035 | 0.0000   | 9.0097   | 0.0007   |
| 140/141 | 0.1484         | 14.84      | 5.000    | -0.1073 | -0.0011 | -0.0366 | 0.0001   | 0.4719   | 0.0026   |
| 141/142 | 0.1624         | 16.24      | 0.000    | -0.0488 | 0.0057  | -0.0141 | 0.0001   | 0.4183   | 0.0244   |
| 154/141 | 1.1590         | 115.90     | 1.637    | -5.5325 | -0.0282 | 0.1723  | -0.0003  | 8.2140   | 0.0293   |
| 142/143 | 0.1388         | 13.88      | 0.000    | -0.0796 | 0.0037  | 0.0520  | 0.0000   | 0.4349   | -0.0041  |
| 156/143 | 0.0624         | 6.24       | 1.926    | -0.1284 | -0.0213 | 0.2137  | -0.0009  | -0.2479  | 0.0222   |
| 144/145 | 0.0509         | 5.09       | 2.650    | -0.0002 | -0.0003 | -0.0331 | -0.0001  | 0.1621   | -0.0013  |
| 157/144 | 0.0353         | 3.53       | 0.000    | -0.0855 | 0.0074  | -0.0260 | 0.0000   | 0.1386   | 0.0127   |
| 145/146 | 0.0574         | 5.74       | 1.688    | -0.0024 | 0.0012  | 0.0074  | -0.0000  | 0.1801   | -0.0021  |
| 146/147 | 0.0538         | 5.38       | 0.000    | -0.0024 | -0.0022 | 0.0327  | 0.0000   | 0.1617   | -0.0034  |
| 160/147 | 0.0313         | 3.13       | 1.926    | -0.0214 | 0.0007  | -0.0347 | 0.0000   | 0.1766   | 0.0012   |
| 148/149 | 0.1236         | 12.36      | 5.000    | -0.0013 | -0.0033 | -0.0256 | -0.0011  | 0.3891   | -0.0041  |
| 161/148 | 0.2671         | 26.71      | 0.674    | -1.6985 | 0.0116  | -0.0895 | 0.0027   | 1.4255   | 0.0032   |
| 149/150 | 0.1254         | 12.54      | 0.000    | -0.0013 | -0.0042 | -0.0222 | -0.0007  | 0.3888   | -0.0055  |
| 150/151 | 0.0952         | 9.52       | 0.000    | 0.0245  | -0.0006 | 0.0073  | 0.0001   | 0.3022   | -0.0024  |
| 163/150 | 0.9232         | 92.32      | 1.926    | -6.0685 | 0.0014  | -2.3888 | 0.0008   | 6.4885   | -0.0009  |
| 151/152 | 0.1517         | 15.17      | 5.167    | 0.0242  | 0.0004  | 0.1805  | 0.0002   | -0.4929  | -0.0016  |
| 152/153 | 0.1536         | 15.36      | 0.000    | 0.0244  | -0.0006 | -0.1825 | -0.0002  | -0.4931  | -0.0028  |
| 165/152 | 0.9594         | 95.94      | 1.926    | -6.4281 | 0.0002  | -2.9522 | 0.0000   | 6.7341   | -0.0001  |
| 153/154 | 0.0994         | 9.94       | 5.000    | 0.0250  | 0.0002  | -0.0093 | -0.0001  | 0.3223   | -0.0011  |
| 154/155 | 0.1287         | 12.87      | 5.000    | -0.0007 | 0.0048  | 0.0244  | 0.0007   | 0.3988   | -0.0056  |
| 167/154 | 0.9198         | 91.98      | 1.926    | -5.9602 | -0.0031 | -2.4225 | -0.0008  | 6.4669   | 0.0028   |
| 155/156 | 0.1265         | 12.65      | 0.000    | -0.0007 | 0.0040  | 0.0277  | 0.0010   | 0.3992   | -0.0041  |
| 169/156 | 0.0374         | 3.74       | 0.000    | -0.1684 | -0.0135 | -0.0188 | -0.0027  | 0.1450   | -0.0126  |
| 157/158 | 0.0520         | 5.20       | 2.650    | 0.0158  | 0.0008  | -0.0328 | 0.0000   | 0.1618   | -0.0019  |
| 171/157 | 0.0364         | 3.64       | 1.926    | -0.0991 | -0.0107 | -0.1142 | 0.0001   | 0.1386   | 0.0138   |
| 158/159 | 0.0580         | 5.80       | 1.350    | 0.0182  | 0.0001  | 0.0001  | -0.0000  | 0.1810   | -0.0020  |
| 159/160 | 0.0523         | 5.23       | 0.000    | 0.0158  | -0.0004 | 0.0331  | -0.0001  | 0.1614   | -0.0022  |
| 170/160 | 0.0342         | 3.42       | 0.000    | -0.0493 | 0.0167  | -0.2062 | -0.0009  | -0.1122  | 0.0172   |
| 161/162 | 0.0853         | 8.53       | 4.375    | 0.0023  | -0.0038 | -0.0137 | -0.0012  | 0.2609   | -0.0044  |
| 175/161 | 0.3240         | 32.40      | 0.000    | -2.0465 | 0.0203  | -2.1983 | 0.0017   | -1.6474  | 0.0207   |
| 162/163 | 0.1132         | 11.32      | 5.000    | -0.0001 | -0.0049 | 0.1348  | 0.0001   | -0.2653  | 0.0230   |
| 163/164 | 0.0830         | 8.30       | 0.000    | -0.0149 | -0.0004 | -0.1211 | 0.0001   | -0.2691  | -0.0010  |
| 177/163 | 1.9760         | 197.60     | 0.000    | -7.0679 | 0.0226  | -8.4114 | 0.0005   | -14.3139 | 0.0281   |
| 164/165 | 0.1036         | 10.36      | 5.333    | -0.0188 | 0.0010  | 0.1388  | 0.0001   | -0.3227  | -0.0040  |
| 165/166 | 0.1061         | 10.61      | 0.000    | -0.0196 | -0.0014 | -0.1410 | -0.0001  | -0.3230  | -0.0056  |
| 179/165 | 1.2958         | 129.58     | 0.848    | -7.4794 | 0.0050  | -6.3890 | 0.0001   | -9.1885  | 0.0019   |
| 166/167 | 0.0828         | 8.28       | 5.000    | -0.0198 | 0.0001  | 0.1211  | -0.0001  | -0.2709  | 0.0004   |
| 167/168 | 0.1179         | 11.79      | 0.000    | -0.0008 | 0.0055  | -0.1349 | -0.0001  | -0.2668  | 0.0259   |
| 181/167 | 1.9947         | 199.47     | 0.000    | -6.9580 | -0.0240 | -8.4409 | -0.0006  | -14.4572 | -0.0298  |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | TENSION MÁXIMA |            |          |          |         |         |          |          |          |
|---------|----------------|------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
|         | TENS. ( )      | APROV. (%) | Pos. (m) | N (t)    | Ty (t)  | Tz (t)  | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| 168/169 | 0.0885         | 8.85       | 0.625    | 0.0013   | 0.0045  | 0.0159  | 0.0013   | 0.2695   | -0.0048  |
| 183/169 | 0.0639         | 6.39       | 0.000    | -0.2133  | -0.0268 | -0.1835 | -0.0011  | -0.2175  | -0.0288  |
| 174/170 | 0.0532         | 5.32       | 0.000    | -0.7390  | -0.0300 | -0.1239 | 0.0006   | -0.2251  | -0.0062  |
| 170/190 | 0.0833         | 8.33       | 1.200    | 0.6515   | -0.0128 | 0.0520  | -0.0000  | -0.0543  | 0.0094   |
| 171/172 | 0.0500         | 5.00       | 2.650    | -0.0149  | 0.0037  | -0.0298 | -0.0003  | 0.1465   | -0.0038  |
| 185/171 | 0.0662         | 6.62       | 0.000    | -0.1197  | 0.0042  | -0.2617 | 0.0084   | -0.1761  | -0.0015  |
| 172/173 | 0.0525         | 5.25       | 1.013    | -0.0150  | -0.0021 | -0.0074 | 0.0000   | 0.1649   | -0.0016  |
| 173/174 | 0.0476         | 4.76       | 0.000    | -0.0151  | 0.0061  | 0.0318  | 0.0004   | 0.1471   | 0.0020   |
| 189/174 | 0.0717         | 7.17       | 0.000    | -0.7016  | -0.0255 | -0.2167 | -0.0091  | -0.2462  | 0.0012   |
| 175/176 | 0.0688         | 6.88       | 2.500    | -0.1756  | -0.0071 | -0.0327 | -0.0004  | 0.1360   | -0.0170  |
| 193/175 | 0.3810         | 38.10      | 0.000    | -2.0867  | 0.1923  | -2.3992 | 0.0077   | -2.0040  | 0.0159   |
| 176/177 | 0.1164         | 11.64      | 5.000    | -0.1743  | -0.0062 | 0.1292  | 0.0004   | -0.2288  | 0.0306   |
| 177/178 | 0.0789         | 7.89       | 0.000    | -0.0353  | 0.0015  | -0.1147 | -0.0006  | -0.2251  | 0.0071   |
| 208/177 | 2.1350         | 213.50     | 0.000    | -7.1415  | -0.1070 | -8.8833 | -0.0022  | -15.6480 | 0.0020   |
| 178/179 | 0.0533         | 5.33       | 5.500    | -0.0356  | 0.0009  | 0.1002  | 0.0004   | -0.1534  | -0.0043  |
| 179/180 | 0.0592         | 5.92       | 0.000    | -0.1055  | -0.0014 | -0.1013 | -0.0005  | -0.1595  | -0.0063  |
| 227/179 | 1.0192         | 101.92     | 0.152    | -8.2074  | 0.0710  | -8.6425 | -0.0009  | -15.7519 | -0.0023  |
| 180/181 | 0.0829         | 8.29       | 5.000    | -0.1341  | -0.0018 | 0.1139  | 0.0005   | -0.2242  | 0.0088   |
| 181/182 | 0.1201         | 12.01      | 0.000    | -0.1509  | 0.0069  | -0.1289 | -0.0003  | -0.2258  | 0.0342   |
| 242/181 | 2.1606         | 216.06     | 0.000    | -7.0307  | 0.0272  | -8.9116 | 0.0026   | -15.7955 | -0.0135  |
| 182/183 | 0.0712         | 7.12       | 2.500    | -0.1523  | 0.0079  | 0.0330  | 0.0004   | 0.1364   | -0.0189  |
| 257/183 | 0.0646         | 6.46       | 0.000    | -0.2204  | -0.1695 | -0.2720 | -0.0082  | -0.1955  | -0.0104  |
| 184/185 | 0.0318         | 3.18       | 3.000    | -0.2783  | -0.0043 | -0.0761 | -0.0000  | 0.1771   | 0.0084   |
| 186/187 | 0.0849         | 8.49       | 1.650    | -3.5644  | -0.0515 | -0.0112 | -0.0000  | 0.0207   | 0.0564   |
| 187/188 | 0.0914         | 9.14       | 0.000    | -3.4849  | -0.0852 | -0.0117 | -0.0004  | 0.0207   | -0.0735  |
| 187/194 | 0.3181         | 31.81      | 0.000    | 0.0337   | 0.0795  | 0.0005  | 0.0000   | 0.0004   | 0.1300   |
| 188/189 | 0.0701         | 7.01       | 0.150    | -3.4371  | -0.0852 | -0.0117 | -0.0004  | 0.0365   | 0.0415   |
| 189/190 | 0.1175         | 11.75      | 0.200    | -3.1399  | -0.1291 | 0.4520  | -0.0002  | -0.2526  | 0.0763   |
| 190/191 | 0.1062         | 10.62      | 0.000    | -3.0458  | -0.0752 | -0.1026 | -0.0011  | -0.2609  | -0.0586  |
| 190/195 | 0.4558         | 45.58      | 0.000    | -0.0055  | 0.0816  | -0.0072 | 0.0001   | -0.0532  | 0.1350   |
| 191/192 | 0.3285         | 32.85      | 1.600    | -2.7749  | -0.1099 | -1.2244 | 0.0000   | 1.7778   | 0.0994   |
| 191/196 | 0.4237         | 42.37      | 0.000    | 0.0914   | 0.0814  | -0.0942 | 0.0000   | -0.2621  | 0.1347   |
| 192/193 | 0.2966         | 29.66      | 0.150    | -2.7096  | -0.1923 | -1.6639 | 0.0169   | 2.0040   | 0.0050   |
| 192/197 | 0.4063         | 40.63      | 0.000    | 0.1426   | 0.0772  | -0.0873 | 0.0000   | -0.2865  | 0.1240   |
| 194/198 | 0.1684         | 16.84      | 1.650    | 0.0351   | -0.0003 | 0.0002  | 0.0000   | -0.0015  | -0.0687  |
| 195/199 | 0.2575         | 25.75      | 1.650    | -0.0055  | -0.0010 | -0.0062 | 0.0001   | -0.0189  | -0.0683  |
| 196/200 | 0.2547         | 25.47      | 2.475    | 0.0913   | -0.0139 | -0.0953 | 0.0000   | 0.2892   | -0.0619  |
| 197/201 | 0.2318         | 23.18      | 2.475    | 0.1413   | -0.0130 | -0.0870 | 0.0000   | 0.2212   | -0.0617  |
| 198/204 | 0.3401         | 34.01      | 3.350    | 0.0337   | -0.0819 | -0.0002 | -0.0000  | -0.0011  | 0.1388   |
| 199/205 | 0.4262         | 42.62      | 3.350    | -0.0079  | -0.0812 | -0.0038 | -0.0000  | 0.0059   | 0.1370   |
| 200/206 | 0.5834         | 58.34      | 3.350    | 0.0914   | -0.0810 | -0.0970 | 0.0000   | 0.6928   | 0.1366   |
| 201/207 | 0.5391         | 53.91      | 3.350    | 0.1426   | -0.0802 | -0.0866 | -0.0000  | 0.5831   | 0.1346   |
| 202/203 | 0.0099         | 0.99       | 0.000    | -0.0303  | 0.0000  | -0.2250 | 0.0000   | -0.0563  | 0.0000   |
| 203/204 | 0.9728         | 97.28      | 0.000    | -9.5559  | 0.0449  | -5.7049 | -0.0004  | -12.3779 | -0.0822  |
| 204/205 | 0.9035         | 90.35      | 0.000    | -9.4639  | 0.0782  | -5.6781 | -0.0020  | -11.5242 | 0.0497   |
| 205/206 | 0.5131         | 51.31      | 1.550    | -10.2871 | 0.0716  | -5.0570 | 0.0042   | 6.0992   | -0.0460  |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localdiad  
de Narros

| Barras  | TENSION MÁXIMA |            |          |          |         |         |          |          |          |
|---------|----------------|------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
|         | TENS. ( )      | APROV. (%) | Pos. (m) | N (t)    | Ty (t)  | Tz (t)  | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| 206/207 | 1.1630         | 116.30     | 1.600    | -10.0618 | 0.0996  | -5.4444 | -0.0032  | 14.8102  | -0.0947  |
| 206/209 | 0.3162         | 31.62      | 0.000    | 0.0666   | 0.0353  | 0.3438  | -0.0000  | 0.7002   | 0.0263   |
| 207/208 | 1.1960         | 119.60     | 0.150    | -9.9365  | 0.1070  | -5.5839 | 0.0016   | 15.6480  | -0.0025  |
| 207/210 | 0.2786         | 27.86      | 0.000    | 0.1252   | 0.0360  | 0.2224  | 0.0001   | 0.5853   | 0.0278   |
| 209/215 | 0.3725         | 37.25      | 2.250    | 0.0665   | -0.0359 | 0.3439  | 0.0000   | -0.8469  | 0.0278   |
| 210/216 | 0.2224         | 22.24      | 2.250    | 0.1252   | -0.0369 | 0.2224  | 0.0000   | -0.4154  | 0.0298   |
| 211/212 | 0.0003         | 0.03       | 0.000    | -0.0265  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000   |
| 212/213 | 0.4078         | 40.78      | 0.000    | -0.4192  | -0.0427 | -0.7731 | -0.0001  | -2.9846  | 0.0177   |
| 213/214 | 0.3912         | 39.12      | 0.000    | -0.3696  | -0.0234 | -0.7730 | -0.0005  | -2.8686  | -0.0163  |
| 213/217 | 0.1642         | 16.42      | 0.000    | -0.0198  | 0.0449  | -0.0002 | 0.0000   | 0.0005   | 0.0412   |
| 214/215 | 0.2340         | 23.40      | 0.000    | -0.2717  | -0.0182 | -0.7627 | 0.0009   | -1.6705  | -0.0182  |
| 214/218 | 0.1550         | 15.50      | 0.000    | -0.0052  | 0.0432  | -0.0134 | 0.0000   | -0.0018  | 0.0385   |
| 215/216 | 0.0689         | 6.89       | 0.000    | -0.1368  | -0.0091 | -0.3053 | 0.0000   | -0.4884  | -0.0050  |
| 215/219 | 0.4078         | 40.78      | 0.000    | 0.0565   | 0.0446  | -0.2033 | -0.0000  | -0.8459  | 0.0423   |
| 216/220 | 0.2457         | 24.57      | 0.000    | 0.1161   | 0.0433  | -0.0829 | -0.0000  | -0.4154  | 0.0394   |
| 217/223 | 0.1728         | 17.28      | 2.750    | -0.0198  | -0.0457 | -0.0001 | -0.0000  | 0.0013   | 0.0436   |
| 218/224 | 0.2158         | 21.58      | 2.750    | -0.0051  | -0.0444 | -0.0133 | 0.0001   | 0.0717   | 0.0417   |
| 219/225 | 0.1963         | 19.63      | 2.750    | 0.0565   | -0.0438 | -0.2034 | 0.0000   | 0.2725   | 0.0402   |
| 220/226 | 0.1482         | 14.82      | 2.750    | 0.0706   | -0.0451 | -0.0874 | 0.0000   | 0.1164   | 0.0434   |
| 221/222 | 0.0099         | 0.99       | 0.000    | -0.0303  | 0.0000  | -0.2250 | 0.0000   | -0.0563  | 0.0000   |
| 222/223 | 1.0433         | 104.33     | 0.000    | -10.2940 | -0.0350 | -6.4363 | -0.0003  | -13.3791 | 0.0508   |
| 223/224 | 0.9695         | 96.95      | 0.000    | -10.1571 | -0.0495 | -6.4099 | -0.0014  | -12.4156 | -0.0367  |
| 223/228 | 0.4205         | 42.05      | 0.000    | -0.0052  | 0.0811  | 0.0003  | 0.0001   | 0.0024   | 0.1364   |
| 224/225 | 0.6209         | 62.09      | 1.550    | -10.9813 | -0.0636 | -5.7159 | -0.0027  | 7.5287   | 0.0452   |
| 224/229 | 0.3577         | 35.77      | 0.000    | 0.0098   | 0.0808  | -0.0017 | 0.0000   | 0.0734   | 0.1354   |
| 225/226 | 1.3247         | 132.47     | 1.600    | -10.7480 | -0.0842 | -5.9092 | 0.0030   | 16.9834  | 0.0852   |
| 225/230 | 0.4257         | 42.57      | 0.000    | 0.0729   | 0.0805  | 0.0093  | 0.0000   | 0.2669   | 0.1347   |
| 226/227 | 1.3613         | 136.13     | 0.150    | -10.6156 | -0.0710 | -5.8599 | 0.0092   | 17.8626  | 0.0043   |
| 226/231 | 0.4307         | 43.07      | 0.000    | -0.0177  | 0.0797  | -0.0056 | 0.0000   | -0.0206  | 0.1330   |
| 228/232 | 0.2392         | 23.92      | 1.650    | -0.0039  | -0.0001 | 0.0001  | 0.0000   | 0.0012   | -0.0678  |
| 229/233 | 0.1907         | 19.07      | 1.650    | 0.0098   | -0.0001 | -0.0003 | -0.0000  | 0.0795   | -0.0668  |
| 230/234 | 0.2416         | 24.16      | 1.650    | 0.0728   | -0.0001 | 0.0077  | 0.0000   | 0.2228   | -0.0664  |
| 231/235 | 0.2461         | 24.61      | 1.650    | -0.0190  | 0.0000  | -0.0056 | 0.0000   | 0.0075   | -0.0667  |
| 232/238 | 0.4197         | 41.97      | 3.350    | -0.0052  | -0.0810 | -0.0002 | -0.0001  | 0.0017   | 0.1364   |
| 233/239 | 0.3593         | 35.93      | 3.350    | 0.0098   | -0.0808 | 0.0009  | -0.0000  | 0.0768   | 0.1356   |
| 234/240 | 0.3976         | 39.76      | 3.350    | 0.0728   | -0.0803 | 0.0062  | -0.0000  | 0.1893   | 0.1347   |
| 235/241 | 0.4536         | 45.36      | 3.350    | 0.1472   | -0.0799 | -0.0408 | -0.0000  | 0.3488   | 0.1341   |
| 236/237 | 0.0099         | 0.99       | 0.000    | -0.0303  | 0.0000  | -0.2250 | 0.0000   | -0.0563  | 0.0000   |
| 237/238 | 1.0289         | 102.89     | 0.000    | -9.8287  | -0.0443 | -6.0913 | 0.0003   | -13.3533 | -0.0041  |
| 238/239 | 0.9608         | 96.08      | 0.000    | -9.6561  | 0.0010  | -6.0648 | 0.0014   | -12.4416 | 0.0006   |
| 238/243 | 0.4297         | 42.97      | 0.000    | -0.0505  | 0.0815  | 0.0003  | 0.0000   | 0.0009   | 0.1381   |
| 239/240 | 0.5236         | 52.36      | 1.550    | -10.3865 | -0.0028 | -5.3588 | 0.0018   | 6.3642   | 0.0019   |
| 239/244 | 0.3641         | 36.41      | 0.000    | 0.0157   | 0.0815  | 0.0139  | -0.0000  | 0.0759   | 0.1376   |
| 240/241 | 1.1558         | 115.58     | 1.600    | -10.1164 | -0.0013 | -5.3817 | -0.0012  | 14.9749  | 0.0023   |
| 240/245 | 0.4028         | 40.28      | 0.000    | 0.0724   | 0.0808  | 0.0386  | -0.0000  | 0.1921   | 0.1364   |
| 241/242 | 1.2072         | 120.72     | 0.150    | -9.9462  | -0.0272 | -5.4700 | -0.0129  | 15.7955  | 0.0048   |

## Metal 3D

Nombre Obra: 71

Fecha: 20/05/22

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

| Barras  | TENSION MÁXIMA |            |          |         |         |         |          |          |          |
|---------|----------------|------------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
|         | TENS. ( )      | APROV. (%) | Pos. (m) | N (t)   | Ty (t)  | Tz (t)  | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| 241/246 | 0.4641         | 46.41      | 0.000    | 0.1242  | 0.0802  | 0.0644  | 0.0001   | 0.3732   | 0.1348   |
| 243/247 | 0.2486         | 24.86      | 1.650    | -0.0491 | 0.0007  | 0.0001  | -0.0000  | -0.0002  | -0.0688  |
| 244/248 | 0.1667         | 16.67      | 1.650    | 0.0157  | 0.0005  | 0.0144  | -0.0000  | 0.0054   | -0.0677  |
| 245/249 | 0.1701         | 17.01      | 2.062    | 0.0676  | -0.0053 | 0.0301  | -0.0000  | -0.0160  | -0.0669  |
| 246/250 | 0.1896         | 18.96      | 1.237    | 0.1229  | 0.0066  | 0.0645  | -0.0000  | 0.0778   | -0.0653  |
| 247/253 | 0.4232         | 42.32      | 3.350    | -0.0505 | -0.0815 | 0.0001  | -0.0000  | -0.0006  | 0.1356   |
| 248/254 | 0.3447         | 34.47      | 3.350    | 0.0157  | -0.0799 | 0.0147  | -0.0000  | -0.0675  | 0.1310   |
| 249/255 | 0.3972         | 39.72      | 3.350    | 0.0724  | -0.0813 | 0.0378  | -0.0000  | -0.1893  | 0.1345   |
| 250/256 | 0.3974         | 39.74      | 3.350    | 0.1242  | -0.0766 | 0.0646  | -0.0000  | -0.2715  | 0.1225   |
| 251/252 | 0.0003         | 0.03       | 1.500    | 0.0249  | 0.0000  | -0.0000 | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000   |
| 252/253 | 0.0860         | 8.60       | 0.150    | -0.9140 | 0.1268  | -0.0990 | 0.0000   | -0.1755  | -0.0817  |
| 253/254 | 0.0710         | 7.10       | 0.000    | -0.7997 | 0.0763  | -0.0887 | 0.0002   | -0.2086  | 0.0537   |
| 254/255 | 0.0639         | 6.39       | 0.000    | -0.6310 | 0.0804  | -0.0801 | 0.0004   | -0.1079  | 0.0662   |
| 255/256 | 0.1043         | 10.43      | 1.600    | -0.4221 | 0.1102  | -0.1819 | 0.0005   | 0.2652   | -0.1004  |
| 256/257 | 0.1105         | 11.05      | 0.000    | -0.3122 | 0.1791  | -0.1881 | -0.0168  | 0.2306   | 0.0222   |

## ÍNDICE

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.- LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....</b> | <b>2</b>  |
| <b>1.1.- Descripción.....</b>                       | <b>2</b>  |
| <b>1.2.- Medición.....</b>                          | <b>4</b>  |
| <b>1.3.- Comprobación.....</b>                      | <b>6</b>  |
| <br>                                                |           |
| <b>2.- LISTADO DE PLACAS DE ANCLAJE.....</b>        | <b>29</b> |
| <b>2.1.- Descripción.....</b>                       | <b>29</b> |
| <b>2.2.- Medición.....</b>                          | <b>29</b> |
| 2.2.1.- Medición de placas de anclaje.....          | 29        |
| 2.2.2.- Medición pernos placas de anclaje.....      | 29        |
| <b>2.3.- Comprobación.....</b>                      | <b>30</b> |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneración con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

---

### 1.- LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN



# Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

## 1.1.- Descripción

| Referencias                                               | Geometría                                                                                                                                                                                                           | Armado                                                                   |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Nudo 1,<br>Nudo 82,<br>Nudo 114,<br>Nudo 184,<br>Nudo 211 | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 40.0 cm<br>Ancho inicial Y: 40.0 cm<br>Ancho final X: 40.0 cm<br>Ancho final Y: 40.0 cm<br>Ancho zapata X: 80.0 cm<br>Ancho zapata Y: 80.0 cm<br>Canto: 40.0 cm   | X: 3Ø16c/25<br>Y: 3Ø16c/25                                               |
| Nudo 16,<br>Nudo 31,<br>Nudo 46                           | Zapata rectangular centrada piramidal<br>Ancho zapata X: 105.0 cm<br>Ancho zapata Y: 105.0 cm<br>Ancho pedestal X: 45.0 cm<br>Ancho pedestal Y: 45.0 cm<br>Canto borde: 30.0 cm<br>Canto pedestal: 40.0 cm          | Sup X: 4Ø12c/30<br>Sup Y: 4Ø12c/30<br>Inf X: 7Ø12c/15<br>Inf Y: 7Ø12c/15 |
| Nudo 61,<br>Nudo 251                                      | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 65.0 cm<br>Ancho inicial Y: 65.0 cm<br>Ancho final X: 65.0 cm<br>Ancho final Y: 65.0 cm<br>Ancho zapata X: 130.0 cm<br>Ancho zapata Y: 130.0 cm<br>Canto: 45.0 cm | X: 10Ø12c/12.5<br>Y: 10Ø12c/12.5                                         |
| Nudo 77,<br>Nudo 124                                      | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 65.0 cm<br>Ancho inicial Y: 65.0 cm<br>Ancho final X: 65.0 cm<br>Ancho final Y: 65.0 cm<br>Ancho zapata X: 130.0 cm<br>Ancho zapata Y: 130.0 cm<br>Canto: 45.0 cm | X: 10Ø12c/12.5<br>Y: 10Ø12c/12.5                                         |
| Nudo 116                                                  | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 95.0 cm<br>Ancho inicial Y: 95.0 cm<br>Ancho final X: 95.0 cm<br>Ancho final Y: 95.0 cm<br>Ancho zapata X: 190.0 cm<br>Ancho zapata Y: 190.0 cm<br>Canto: 45.0 cm | Sup X: 8Ø12c/25<br>Sup Y: 8Ø12c/25<br>Inf X: 8Ø12c/25<br>Inf Y: 8Ø12c/25 |
| Nudo 186                                                  | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 90.0 cm<br>Ancho inicial Y: 90.0 cm<br>Ancho final X: 90.0 cm<br>Ancho final Y: 90.0 cm<br>Ancho zapata X: 180.0 cm<br>Ancho zapata Y: 180.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | Sup X: 6Ø12c/28<br>Sup Y: 6Ø12c/28<br>Inf X: 6Ø12c/28<br>Inf Y: 6Ø12c/28 |
| Nudo 202,<br>Nudo 236                                     | Zapata rectangular centrada piramidal<br>Ancho zapata X: 105.0 cm<br>Ancho zapata Y: 105.0 cm<br>Ancho pedestal X: 45.0 cm<br>Ancho pedestal Y: 45.0 cm<br>Canto borde: 30.0 cm<br>Canto pedestal: 40.0 cm          | X: 7Ø12c/15<br>Y: 7Ø12c/15                                               |



# Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencias | Geometría                                           | Armado                     |
|-------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|
| Nudo 221    | Zapata cuadrada<br>Ancho: 85.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | X: 3Ø16c/25<br>Y: 3Ø16c/25 |

## 1.2.- Medición

| Referencias: Nudo 1, Nudo 82, Nudo 114, Nudo 184 y Nudo 211 |              | B 400 S, CN | Total |
|-------------------------------------------------------------|--------------|-------------|-------|
| Nombre de armado                                            |              | Ø16         |       |
| Parrilla inferior - Armado X                                | Longitud (m) | 3x1.00      | 3.00  |
|                                                             | Peso (kg)    | 3x1.58      | 4.73  |
| Parrilla inferior - Armado Y                                | Longitud (m) | 3x1.00      | 3.00  |
|                                                             | Peso (kg)    | 3x1.58      | 4.73  |
| Totales                                                     | Longitud (m) | 6.00        |       |
|                                                             | Peso (kg)    | 9.46        | 9.46  |
| Total con mermas<br>(10.00%)                                | Longitud (m) | 6.60        |       |
|                                                             | Peso (kg)    | 10.41       | 10.41 |

| Referencias: Nudo 16, Nudo 31 y Nudo 46 |              | B 400 S, CN   | Total |
|-----------------------------------------|--------------|---------------|-------|
| Nombre de armado                        |              | Ø12           |       |
| Parrilla inferior - Armado X            | Longitud (m) | 7x1.18        | 8.26  |
|                                         | Peso (kg)    | 7x1.05        | 7.33  |
| Parrilla inferior - Armado Y            | Longitud (m) | 6x1.18        | 7.08  |
|                                         | Peso (kg)    | 6x1.05        | 6.29  |
| Parrilla superior - Armado X            | Longitud (m) | 4x(1.18-1.21) | 4.80  |
|                                         | Peso (kg)    | 4x(1.05-1.07) | 4.26  |
| Parrilla superior - Armado Y            | Longitud (m) | 3x(1.20-1.21) | 3.63  |
|                                         | Peso (kg)    | 3x(1.07-1.07) | 3.22  |
| Totales                                 | Longitud (m) | 23.77         |       |
|                                         | Peso (kg)    | 21.10         | 21.10 |
| Total con mermas<br>(10.00%)            | Longitud (m) | 26.15         |       |
|                                         | Peso (kg)    | 23.21         | 23.21 |

| Referencias: Nudo 61 y Nudo 251 |              | B 400 S, CN | Total |
|---------------------------------|--------------|-------------|-------|
| Nombre de armado                |              | Ø12         |       |
| Parrilla inferior - Armado X    | Longitud (m) | 10x1.49     | 14.90 |
|                                 | Peso (kg)    | 10x1.32     | 13.23 |
| Parrilla inferior - Armado Y    | Longitud (m) | 10x1.43     | 14.30 |
|                                 | Peso (kg)    | 10x1.27     | 12.70 |
| Totales                         | Longitud (m) | 29.20       |       |
|                                 | Peso (kg)    | 25.93       | 25.93 |
| Total con mermas<br>(10.00%)    | Longitud (m) | 32.12       |       |
|                                 | Peso (kg)    | 28.52       | 28.52 |

| Referencias: Nudo 77 y Nudo 124 |              | B 400 S, CN | Total |
|---------------------------------|--------------|-------------|-------|
| Nombre de armado                |              | Ø12         |       |
| Parrilla inferior - Armado X    | Longitud (m) | 10x1.43     | 14.30 |
|                                 | Peso (kg)    | 10x1.27     | 12.70 |
| Parrilla inferior - Armado Y    | Longitud (m) | 10x1.49     | 14.90 |
|                                 | Peso (kg)    | 10x1.32     | 13.23 |
| Totales                         | Longitud (m) | 29.20       |       |
|                                 | Peso (kg)    | 25.93       | 25.93 |
| Total con mermas<br>(10.00%)    | Longitud (m) | 32.12       |       |
|                                 | Peso (kg)    | 28.52       | 28.52 |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 116         |              | B 400 S, CN | Total |
|------------------------------|--------------|-------------|-------|
| Nombre de armado             |              | Ø12         |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 8x1.80      | 14.40 |
|                              | Peso (kg)    | 8x1.60      | 12.78 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 8x1.80      | 14.40 |
|                              | Peso (kg)    | 8x1.60      | 12.78 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m) | 8x1.80      | 14.40 |
|                              | Peso (kg)    | 8x1.60      | 12.78 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m) | 8x1.80      | 14.40 |
|                              | Peso (kg)    | 8x1.60      | 12.78 |
| Totales                      | Longitud (m) | 57.60       |       |
|                              | Peso (kg)    | 51.12       | 51.12 |
| Total con mermas (10.00%)    | Longitud (m) | 63.36       |       |
|                              | Peso (kg)    | 56.23       | 56.23 |

| Referencia: Nudo 186         |              | B 400 S, CN | Total |
|------------------------------|--------------|-------------|-------|
| Nombre de armado             |              | Ø12         |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 6x1.70      | 10.20 |
|                              | Peso (kg)    | 6x1.51      | 9.06  |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 6x1.70      | 10.20 |
|                              | Peso (kg)    | 6x1.51      | 9.06  |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m) | 6x1.70      | 10.20 |
|                              | Peso (kg)    | 6x1.51      | 9.06  |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m) | 6x1.70      | 10.20 |
|                              | Peso (kg)    | 6x1.51      | 9.06  |
| Totales                      | Longitud (m) | 40.80       |       |
|                              | Peso (kg)    | 36.24       | 36.24 |
| Total con mermas (10.00%)    | Longitud (m) | 44.88       |       |
|                              | Peso (kg)    | 39.86       | 39.86 |

| Referencias: Nudo 202 y Nudo 236 |              | B 400 S, CN | Total |
|----------------------------------|--------------|-------------|-------|
| Nombre de armado                 |              | Ø12         |       |
| Parrilla inferior - Armado X     | Longitud (m) | 7x1.18      | 8.26  |
|                                  | Peso (kg)    | 7x1.05      | 7.33  |
| Parrilla inferior - Armado Y     | Longitud (m) | 6x1.18      | 7.08  |
|                                  | Peso (kg)    | 6x1.05      | 6.29  |
| Totales                          | Longitud (m) | 15.34       |       |
|                                  | Peso (kg)    | 13.62       | 13.62 |
| Total con mermas (10.00%)        | Longitud (m) | 16.87       |       |
|                                  | Peso (kg)    | 14.98       | 14.98 |

| Referencia: Nudo 221         |              | B 400 S, CN | Total |
|------------------------------|--------------|-------------|-------|
| Nombre de armado             |              | Ø16         |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 3x1.05      | 3.15  |
|                              | Peso (kg)    | 3x1.66      | 4.97  |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 3x1.05      | 3.15  |
|                              | Peso (kg)    | 3x1.66      | 4.97  |
| Totales                      | Longitud (m) | 6.30        |       |
|                              | Peso (kg)    | 9.94        | 9.94  |
| Total con mermas (10.00%)    | Longitud (m) | 6.93        |       |
|                              | Peso (kg)    | 10.93       | 10.93 |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)



# Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Elemento                                                    | B 400 S, CN (kg) |         |        | Hormigón (m <sup>3</sup> ) |          |
|-------------------------------------------------------------|------------------|---------|--------|----------------------------|----------|
|                                                             | Ø12              | Ø16     | Total  | HA-25, Control Estadístico | Limpieza |
| Referencias: Nudo 1, Nudo 82, Nudo 114, Nudo 184 y Nudo 211 |                  | 5x10.41 | 52.05  | 5x0.26                     | 5x0.06   |
| Referencias: Nudo 16, Nudo 31 y Nudo 46                     | 3x23.21          |         | 69.63  | 3x0.40                     | 3x0.11   |
| Referencias: Nudo 61 y Nudo 251                             | 2x28.52          |         | 57.04  | 2x0.76                     | 2x0.17   |
| Referencias: Nudo 77 y Nudo 124                             | 2x28.52          |         | 57.04  | 2x0.76                     | 2x0.17   |
| Referencia: Nudo 116                                        | 56.23            |         | 56.23  | 1.62                       | 0.36     |
| Referencia: Nudo 186                                        | 39.86            |         | 39.86  | 1.30                       | 0.32     |
| Referencias: Nudo 202 y Nudo 236                            | 2x14.98          |         | 29.96  | 2x0.40                     | 2x0.11   |
| Referencia: Nudo 221                                        |                  | 10.93   | 10.93  | 0.29                       | 0.07     |
| Totales                                                     | 309.76           | 62.98   | 372.74 | 9.51                       | 2.30     |

## 1.3.- Comprobación

| Referencia: Nudo 1                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Dimensiones: 80 x 80 x 40                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                       |                            |
| Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                       |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Valores                                                                                                                                                                                                               | Estado                     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <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: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.103 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.103 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.062 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X <sup>(1)</sup></li> <li>- En dirección Y <sup>(1)</sup></li> </ul> <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       | No procede<br>No procede   |
| Flexión en la zapata:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                              | Momento: 0.00 t·m<br>Momento: 0.00 t·m                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple           |
| Cortante en la zapata:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                             | Cortante: 0.00 t<br>Cortante: 0.00 t                                                                                                                                                                                  | Cumple<br>Cumple           |
| Compresión oblicua en la zapata:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes:</li> </ul> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 1.19 t/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                   | Cumple                     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 40 cm                                                                                                                                                                                     | Cumple                     |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Nudo 1:</li> </ul>                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 32 cm                                                                                                                                                                                     | Cumple                     |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                      | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021<br>Calculado: 0.0021                                                                                                                                                               | Cumple<br>Cumple           |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> </ul> <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                     | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm                                                                                                                                                                                     | Cumple                     |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> </ul>                                                                                                    | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                                                                                                 | Cumple<br>Cumple           |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                       |                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 80 x 80 x 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                       |                                      |
| Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                               | Estado                               |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                                                         | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                                                                                                 | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><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:                                        | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                                                                                         | 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:                                                                                                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                                                                                         | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |                                      |
| Referencia: Nudo 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |                                      |
| Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |                                      |
| Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15 Xs: Ø12c/30 Ys: Ø12c/30                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                               | Estado                               |
| Ángulo máximo talud:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                                                            | Máximo: 30 grados<br>Calculado: 18.4349 grados                                                                                                                                                                        | Cumple                               |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i><br>- Tensión media en situaciones persistentes:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                             | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.151 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.091 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.303 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i><br>- En dirección Y <sup>(1)</sup><br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 4.9 %                                                                                                                                                                                              | Cumple<br>No procede                 |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                       | Momento: 0.30 t·m<br>Momento: 0.00 t·m                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                     |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 0.84 t<br>Cortante: 0.01 t                                                                                                                                                                                  | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.13 t/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                   | Cumple                               |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores                                                                                                                                                   | Estado                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Referencia: Nudo 16<br>Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30<br>Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15 Xs: Ø12c/30 Ys: Ø12c/30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                           |                                                                              |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                         | Cumple                                                                       |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 16:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 33 cm                                                                                                                         | Cumple                                                                       |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0031<br>Calculado: 0.0031                                                                                                   | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Mínimo: 0.0002<br>Calculado: 0.0021<br>Mínimo: 0.0001<br>Calculado: 0.0011                                                                                | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i><br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                                                                                     | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i><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: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                             | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><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: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                             | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><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: 15 cm<br>Calculado: 15 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:                                                                                                                                                                               | Mínimo: 12 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 12 cm                                         | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                     |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Referencia: Nudo 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |                      |
| Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15 Xs: Ø12c/30 Ys: Ø12c/30                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado               |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 12 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 12 cm                                                      | Cumple               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| Referencia: Nudo 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |                      |
| Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15 Xs: Ø12c/30 Ys: Ø12c/30                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado               |
| Ángulo máximo talud:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                                                            | Máximo: 30 grados<br>Calculado: 18.4349 grados                        | Cumple               |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |                      |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.151 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.091 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.303 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple               |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i><br>- En dirección Y <sup>(1)</sup><br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 4.9 %                                              | Cumple<br>No procede |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                       | Momento: 0.30 t·m<br>Momento: 0.00 t·m                                | Cumple<br>Cumple     |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 0.84 t<br>Cortante: 0.01 t                                  | Cumple<br>Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.13 t/m <sup>2</sup>   | Cumple               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 30 cm                                     | Cumple               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 31:                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 33 cm                                     | Cumple               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 0.002                                                         |                      |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0031                                                     | Cumple               |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0031                                                     | Cumple               |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |                      |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002<br>Calculado: 0.0021                                   | Cumple               |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 0.0001<br>Calculado: 0.0011                                   | Cumple               |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 12 mm                                                         |                      |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 31<br>Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30<br>Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø12c/15 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                           |                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores                                                                                                                                                   | Estado                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                                                                                                      | Cumple<br>Cumple                                                   |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> <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: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                             | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                               |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <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: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                             | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                               |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <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: 15 cm<br>Calculado: 15 cm | 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: 12 cm<br>Calculado: 12 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                           |                                                                    |
| Referencia: Nudo 46<br>Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30<br>Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø12c/15 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                           |                                                                    |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores                                                                                                                                                   | Estado                                                             |
| <b>Ángulo máximo talud:</b><br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 30 grados<br>Calculado: 18.4349 grados                                                                                                            | Cumple                                                             |
| <b>Tensiones sobre el terreno:</b><br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.151 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                       | Cumple                                                             |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 46                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                               |                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                               |                                      |
| Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15 Xs: Ø12c/30 Ys: Ø12c/30                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                               |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                                                       | Estado                               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.091 kp/cm <sup>2</sup>                         | Cumple                               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.303 kp/cm <sup>2</sup>                         | Cumple                               |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i><br>- En dirección Y <sup>(1)</sup><br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 4.9 %                                                                      | Cumple<br>No procede                 |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                       | Momento: 0.30 t·m<br>Momento: 0.00 t·m                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cortante: 0.84 t<br>Cortante: 0.01 t                                                          | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.13 t/m <sup>2</sup>                           | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 30 cm                                                             | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 46:                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 33 cm                                                             | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                            | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0031<br>Calculado: 0.0031                                       | Cumple<br>Cumple                     |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i><br>- Armado inferior dirección X:<br><br>- Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                | Mínimo: 0.0002<br>Calculado: 0.0021<br><br>Mínimo: 0.0001<br>Calculado: 0.0011                | Cumple<br><br>Cumple                 |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i><br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                         | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i><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: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:                                                                                       | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 30 cm                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 46                                                                                                                |                                                                     |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30                                                                                                   |                                                                     |                          |
| Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15 Xs: Ø12c/30 Ys: Ø12c/30                                                                           |                                                                     |                          |
| Comprobación                                                                                                                       | Valores                                                             | Estado                   |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                     | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple                   |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>          | Mínimo: 15 cm                                                       |                          |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                             | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                               | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                             | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple                   |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                   | Mínimo: 12 cm                                                       |                          |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                               | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                               | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                            | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                             | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                               | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                               | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                            | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple                   |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                             | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple                   |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                |                                                                     |                          |
| Referencia: Nudo 61                                                                                                                |                                                                     |                          |
| Dimensiones: 130 x 130 x 45                                                                                                        |                                                                     |                          |
| Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5                                                                                               |                                                                     |                          |
| Comprobación                                                                                                                       | Valores                                                             | Estado                   |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                  | Calculado: 0.114 kp/cm <sup>2</sup>                                 |                          |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup>                                        | Cumple                   |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup>                                      | Cumple                   |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup>                                      | Cumple                   |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X <sup>(1)</sup><br>- En dirección Y <sup>(1)</sup><br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco |                                                                     | No procede<br>No procede |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                    | Momento: 0.00 t·m<br>Momento: 0.00 t·m                              | Cumple<br>Cumple         |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                   | Cortante: 0.00 t<br>Cortante: 0.01 t                                | Cumple<br>Cumple         |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                              | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.04 t/m <sup>2</sup> | Cumple                   |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                             | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 45 cm                                   | Cumple                   |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 61                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 130 x 130 x 45                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                      |
| Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                  |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                                                                          | Estado                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 61:                                                                                                                                                                                                                                    | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 38 cm                                                                                                                | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021<br>Calculado: 0.0021                                                                                          | Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>- Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                              | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                                                                                                | Cumple                               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 12.5 cm<br>Calculado: 12.5 cm                                                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                  | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 12.5 cm<br>Calculado: 12.5 cm                                                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><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: | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm | 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:                                                                                          | Mínimo: 12 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 12 cm                                                    | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                      |
| Referencia: Nudo 77                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                      |
| Dimensiones: 130 x 130 x 45                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                      |
| Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                  |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                                                                          | Estado                               |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i><br>- Tensión media en situaciones persistentes:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                      | Calculado: 0.114 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup>          | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X <sup>(1)</sup><br>- En dirección Y <sup>(1)</sup><br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                  | No procede<br>No procede             |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                  |                                      |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 77                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 130 x 130 x 45                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                      |
| Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                  |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                                                                          | Estado                               |
| - En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                         | Momento: 0.00 t·m<br>Momento: 0.00 t·m                                                                                                           | Cumple<br>Cumple                     |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                               | Cortante: 0.01 t<br>Cortante: 0.00 t                                                                                                             | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                          | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.04 t/m <sup>2</sup>                                                                              | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 45 cm                                                                                                                | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 77:                                                                                                                                                                                                                                    | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 38 cm                                                                                                                | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021<br>Calculado: 0.0021                                                                                          | Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>- Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                              | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                                                                                                | Cumple                               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 12.5 cm<br>Calculado: 12.5 cm                                                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                  | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 12.5 cm<br>Calculado: 12.5 cm                                                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><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: | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm | 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:                                                                                          | Mínimo: 12 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                    | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                      |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 82                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                         |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 80 x 80 x 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                         |                                      |
| Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                         |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Valores                                                                                                                                 | Estado                               |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <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>                                                           | Calculado: 0.103 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Vuelco de la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X <sup>(1)</sup></li><li>- En dirección Y <sup>(1)</sup></li></ul> <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         | No procede<br>No procede             |
| Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X:</li><li>- En dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                          | Momento: 0.00 t·m<br>Momento: 0.00 t·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: 0.00 t<br>Cortante: 0.00 t                                                                                                    | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- Situaciones persistentes:</li></ul> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                            | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.08 t/m <sup>2</sup>                                                                     | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 40 cm                                                                                                       | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"><li>- Nudo 82:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 32 cm                                                                                                       | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X:</li><li>- En dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021<br>Calculado: 0.0021                                                                                 | Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras: <ul style="list-style-type: none"><li>- Parrilla inferior:</li></ul> <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm                                                                                                       | Cumple                               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Armado inferior dirección X:</li><li>- Armado inferior dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                   | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Armado inferior dirección X:</li><li>- Armado inferior dirección Y:</li></ul>                                                                                            | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                   | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <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></ul> | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                           | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Longitud mínima de las patillas: <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></ul>                                                                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                               | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: Nudo 82<br>Dimensiones: 80 x 80 x 40<br>Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                  |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |        |
| Referencia: Nudo 114<br>Dimensiones: 80 x 80 x 40<br>Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                 |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                     |                                                                       |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.146 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.272 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.271 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Reserva seguridad: 256.3 %                                            | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Reserva seguridad: 9597.2 %                                           | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Momento: 0.00 t·m                                                     | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Momento: 0.00 t·m                                                     | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Cortante: 0.00 t                                                      | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 1.53 t/m <sup>2</sup>   | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 40 cm                                     | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 114:                                                                                                                                                                          | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 32 cm                                     | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                      | Mínimo: 0.002                                                         |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0021                                                     | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0021                                                     | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>- Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                     | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm                                     | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                              | Máximo: 30 cm                                                         |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 25 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 25 cm                                                      | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>                                                                                             | Mínimo: 10 cm                                                         |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 25 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 25 cm                                                      | Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 114                                                                                                                                                                                                                  |                                                                       |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 80 x 80 x 40                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |        |
| Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>                                                                                                             | Mínimo: 16 cm                                                         |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 16 cm                                                         |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |        |
| Referencia: Nudo 116                                                                                                                                                                                                                  |                                                                       |        |
| Dimensiones: 190 x 190 x 45                                                                                                                                                                                                           |                                                                       |        |
| Armados: Xi: Ø12c/25 Yi: Ø12c/25 Xs: Ø12c/25 Ys: Ø12c/25                                                                                                                                                                              |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                     |                                                                       |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.22 kp/cm <sup>2</sup>    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.227 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.153 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Reserva seguridad: 34048.6 %                                          | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Reserva seguridad: 2497.5 %                                           | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Momento: 1.17 t·m                                                     | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Momento: 0.59 t·m                                                     | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Cortante: 1.50 t                                                      | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Cortante: 0.69 t                                                      | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 8.24 t/m <sup>2</sup>   | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 45 cm                                     | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 116:                                                                                                                                                                          | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 38 cm                                     | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                      | Mínimo: 0.002                                                         |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0021                                                     | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0021                                                     | Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 116                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                               |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 190 x 190 x 45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                               |                                                                              |
| Armados: Xi: Ø12c/25 Yi: Ø12c/25 Xs: Ø12c/25 Ys: Ø12c/25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                              |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores                                                                                                                                                                       | Estado                                                                       |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i> <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>                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 0.0011<br>Mínimo: 0.0002<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0001                                                                                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Parrilla inferior:</li><li>- Parrilla superior:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                                                                                                         | Cumple<br>Cumple                                                             |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> <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: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                 | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <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: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                 | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <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: 15 cm<br>Calculado: 43 cm<br>Calculado: 43 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 43 cm<br>Calculado: 43 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 17 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               |                                                                              |
| Referencia: Nudo 124                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                               |                                                                              |
| Dimensiones: 130 x 130 x 45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                               |                                                                              |
| Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                               |                                                                              |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores                                                                                                                                                                       | Estado                                                                       |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <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>                                                                                                                                                                                                                                                    | Calculado: 0.114 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                   |
| Vuelco de la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X <sup>(*)</sup></li><li>- En dirección Y <sup>(*)</sup></li></ul> <sup>(*)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                               | No procede<br>No procede                                                     |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 124<br>Dimensiones: 130 x 130 x 45<br>Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5                                                                                                           |                                                                                                                                                  |                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                          | Estado                               |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                       | Momento: 0.00 t·m<br>Momento: 0.00 t·m                                                                                                           | Cumple<br>Cumple                     |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                      | Cortante: 0.01 t<br>Cortante: 0.00 t                                                                                                             | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                 | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.04 t/m <sup>2</sup>                                                                              | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 45 cm                                                                                                                | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 124:                                                                                                                                          | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 38 cm                                                                                                                | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                      | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021<br>Calculado: 0.0021                                                                                          | Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>- Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                     | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                                                                                                | Cumple                               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 12.5 cm<br>Calculado: 12.5 cm                                                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>                                                             | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 12.5 cm<br>Calculado: 12.5 cm                                                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>                                                                             | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm | 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: | Mínimo: 12 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                                    | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                  |                                      |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 184<br>Dimensiones: 80 x 80 x 40<br>Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Valores                                                                                                                                                                                                              | Estado                               |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <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: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.144 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.219 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.22 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Vuelco de la zapata:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X:</li><li>- En dirección Y:</li></ul>                          | Reserva seguridad: 507.4 %<br>Reserva seguridad: 8024.9 %                                                                                                                                                            | Cumple<br>Cumple                     |
| Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X:</li><li>- En dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                          | Momento: 0.00 t·m<br>Momento: 0.00 t·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: 0.00 t<br>Cortante: 0.00 t                                                                                                                                                                                 | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- Situaciones persistentes:</li></ul> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                            | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 1.47 t/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                  | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 40 cm                                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"><li>- Nudo 184:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                  | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 32 cm                                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X:</li><li>- En dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021<br>Calculado: 0.0021                                                                                                                                                              | Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras: <ul style="list-style-type: none"><li>- Parrilla inferior:</li></ul> <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm                                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Armado inferior dirección X:</li><li>- Armado inferior dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Armado inferior dirección X:</li><li>- Armado inferior dirección Y:</li></ul>                                                                                            | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <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></ul> | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 184                                                                                                                                                                                                                  |                                                                       |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 80 x 80 x 40                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |        |
| Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 16 cm                                                         |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |        |
| Referencia: Nudo 186                                                                                                                                                                                                                  |                                                                       |        |
| Dimensiones: 180 x 180 x 40                                                                                                                                                                                                           |                                                                       |        |
| Armados: Xi: Ø12c/28 Yi: Ø12c/28 Xs: Ø12c/28 Ys: Ø12c/28                                                                                                                                                                              |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                     |                                                                       |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.177 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.181 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.127 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Reserva seguridad: 96.2 %                                             | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Reserva seguridad: 1246.4 %                                           | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Momento: 0.65 t·m                                                     | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Momento: 0.76 t·m                                                     | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Cortante: 0.95 t                                                      | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Cortante: 1.10 t                                                      | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                     | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 13.32 t/m <sup>2</sup>  | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 40 cm                                     | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                         |                                                                       |        |
| - Nudo 186:                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 33 cm                                     | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                      |                                                                       |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021                                    | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                     | Calculado: 0.0021                                                     | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br><i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                        |                                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 0.0002<br>Calculado: 0.0011                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 0.0011                                                     | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 0.0011                                                     | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 0.0011                                                     | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                             | Mínimo: 12 mm                                                         |        |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 186<br>Dimensiones: 180 x 180 x 40<br>Armados: Xi: Ø12c/28 Yi: Ø12c/28 Xs: Ø12c/28 Ys: Ø12c/28                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado               |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 12 mm                                                      | Cumple               |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 12 mm                                                      | Cumple               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 30 cm                                                         |                      |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple               |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 10 cm                                                         |                      |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 28 cm                                                      | Cumple               |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 15 cm                                                         |                      |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 39 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 39 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 44 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 44 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 39 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 39 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 44 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 44 cm                                                      | Cumple               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| Referencia: Nudo 202<br>Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30<br>Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                       |                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado               |
| Ángulo máximo talud:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                                                            | Máximo: 30 grados<br>Calculado: 18.4349 grados                        | Cumple               |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |                      |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.091 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.091 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.142 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple               |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i><br>- En dirección Y <sup>(1)</sup><br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 240.9 %                                            | Cumple<br>No procede |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |                      |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 202                                                                                                                      |                                                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30                                                                                                          |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15                                                                                                          |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                              | Valores                                                             | Estado |
| - En dirección X:                                                                                                                         | Momento: 0.00 t·m                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                         | Momento: 0.00 t·m                                                   | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                    |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                         | Cortante: 0.05 t                                                    | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                         | Cortante: 0.01 t                                                    | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                          |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                         | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.13 t/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 30 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                             |                                                                     |        |
| - Nudo 202:                                                                                                                               | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 33 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                          |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                         | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                         | Calculado: 0.0021                                                   | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:                                                                                                            |                                                                     |        |
| - Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                           | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                   | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                  |                                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                            | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 15 cm                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> |                                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                            | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 15 cm                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>                 |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                      | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                   | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                    | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                          |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                      | Mínimo: 12 cm<br>Calculado: 12 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                      | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                   | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                    | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                       |                                                                     |        |
| Referencia: Nudo 211                                                                                                                      |                                                                     |        |
| Dimensiones: 80 x 80 x 40                                                                                                                 |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                          |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                              | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                         |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                              | Calculado: 0.103 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |



# Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 211                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                               |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 80 x 80 x 40                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                               |                                      |
| Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                               |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                       | Estado                               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup>                              | Cumple<br>Cumple                     |
| Vuelco de la zapata:<br>- En dirección X <sup>(1)</sup><br>- En dirección Y <sup>(1)</sup><br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                             |                                                                                               | No procede<br>No procede             |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                | Momento: 0.00 t·m<br>Momento: 0.00 t·m                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                               | Cortante: 0.00 t<br>Cortante: 0.00 t                                                          | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                                          | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.08 t/m <sup>2</sup>                           | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 40 cm                                                             | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- Nudo 211:                                                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 32 cm                                                             | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i><br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021<br>Calculado: 0.0021                                       | Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>- Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                              | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm                                                             | Cumple                               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                         | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                  | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                         | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><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: | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | 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:                                                                                          | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                               |                                      |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                             | Estado                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Referencia: Nudo 221<br>Dimensiones: 85 x 85 x 40<br>Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                     |                                      |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <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: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.105 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.105 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.2 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Vuelco de la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X:<br/><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></li><li>- En dirección Y <sup>(1)</sup></li></ul> <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco | Reserva seguridad: 107.1 %                                                                                                                                                                                          | Cumple<br>No procede                 |
| Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X:</li><li>- En dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                     | Momento: 0.00 t·m<br>Momento: 0.00 t·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: 0.00 t<br>Cortante: 0.00 t                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"><li>- Situaciones persistentes:<br/><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.13 t/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                 | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 40 cm                                                                                                                                                                                   | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"><li>- Nudo 221:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 32 cm                                                                                                                                                                                   | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- En dirección X:</li><li>- En dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                          | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021<br>Calculado: 0.0021                                                                                                                                                             | Cumple<br>Cumple                     |
| Diámetro mínimo de las barras: <ul style="list-style-type: none"><li>- Parrilla inferior:<br/><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i></li></ul>                                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm                                                                                                                                                                                   | Cumple                               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Armado inferior dirección X:</li><li>- Armado inferior dirección Y:</li></ul>                                                                                                                                                                                        | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                                                                                               | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Armado inferior dirección X:</li><li>- Armado inferior dirección Y:</li></ul>                                                                                                                       | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Calculado: 25 cm                                                                                                                                                               | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> <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></ul>                            | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Calculado: 16 cm                                                                                                                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 221                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Dimensiones: 85 x 85 x 40                                                                                                                                                                                                          |                                                                       |                      |
| Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado               |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 16 cm                                                         |                      |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                               | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                            | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple               |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                             | Calculado: 16 cm                                                      | Cumple               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                |                                                                       |                      |
| Referencia: Nudo 236                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |                      |
| Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                       | Valores                                                               | Estado               |
| Ángulo máximo talud:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                         | Máximo: 30 grados<br>Calculado: 18.4349 grados                        | Cumple               |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  |                                                                       |                      |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                       | Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.091 kp/cm <sup>2</sup>   | Cumple               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.091 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple               |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                           | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.142 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple               |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |                      |
| - En dirección X:<br><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> | Reserva seguridad: 240.9 %                                            | Cumple<br>No procede |
| - En dirección Y <sup>(1)</sup><br><sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                                                                            |                                                                       |                      |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |                      |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 0.00 t·m                                                     | Cumple               |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Momento: 0.00 t·m                                                     | Cumple               |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |                      |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 0.05 t                                                      | Cumple               |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Cortante: 0.01 t                                                      | Cumple               |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                  | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.13 t/m <sup>2</sup>   | Cumple               |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                             | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 30 cm                                     | Cumple               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                      |                                                                       |                      |
| - Nudo 236:                                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 33 cm                                     | Cumple               |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                                                                                                                   |                                                                       |                      |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                  | Mínimo: 0.002<br>Calculado: 0.0021                                    | Cumple               |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                  | Calculado: 0.0021                                                     | Cumple               |
| Diámetro mínimo de las barras:                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |                      |
| - Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                    | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                     | Cumple               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                           | Máximo: 30 cm                                                         |                      |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 236                                                                                                                      |                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| Dimensiones: 105 x 105 x 40 / 30                                                                                                          |                                                                     |            |
| Armados: Xi: Ø12c/15 Yi: Ø12c/15                                                                                                          |                                                                     |            |
| Comprobación                                                                                                                              | Valores                                                             | Estado     |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> |                                                                     |            |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                            | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 15 cm                                   | Cumple     |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                            | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>                 |                                                                     |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm                                   | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                      | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                   | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                    | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple     |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                          |                                                                     |            |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                      | Mínimo: 12 cm<br>Calculado: 12 cm                                   | Cumple     |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                      | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                   | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple     |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                    | Calculado: 12 cm                                                    | Cumple     |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                       |                                                                     |            |
| Referencia: Nudo 251                                                                                                                      |                                                                     |            |
| Dimensiones: 130 x 130 x 45                                                                                                               |                                                                     |            |
| Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5                                                                                                      |                                                                     |            |
| Comprobación                                                                                                                              | Valores                                                             | Estado     |
| Tensiones sobre el terreno:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                         |                                                                     |            |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                              | Calculado: 0.114 kp/cm <sup>2</sup><br>Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup>                                      | Cumple     |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                  | Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup>                                      | Cumple     |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                      |                                                                     |            |
| - En dirección X <sup>(1)</sup>                                                                                                           |                                                                     | No procede |
| - En dirección Y <sup>(1)</sup>                                                                                                           |                                                                     | No procede |
| <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco                                                                                                      |                                                                     |            |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                     |                                                                     |            |
| - En dirección X:                                                                                                                         | Momento: 0.00 t·m                                                   | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                         | Momento: 0.00 t·m                                                   | Cumple     |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                    |                                                                     |            |
| - En dirección X:                                                                                                                         | Cortante: 0.00 t                                                    | Cumple     |
| - En dirección Y:                                                                                                                         | Cortante: 0.01 t                                                    | Cumple     |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                          |                                                                     |            |
| - Situaciones persistentes:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                         | Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup><br>Calculado: 0.04 t/m <sup>2</sup> | Cumple     |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>                                                                                    |                                                                     |            |
|                                                                                                                                           | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 45 cm                                   | Cumple     |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                             |                                                                     |            |
| - Nudo 251:                                                                                                                               | Mínimo: 35 cm<br>Calculado: 38 cm                                   | Cumple     |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>                                                                          |                                                                     |            |
|                                                                                                                                           | Mínimo: 0.002                                                       |            |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 251                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                  |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Dimensiones: 130 x 130 x 45                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                      |
| Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                  |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                                                                                                          | Estado                               |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.0021                                                                                                                                | Cumple                               |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.0021                                                                                                                                | Cumple                               |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>- Parrilla inferior:<br><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>                                                                                                                                                                              | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                                                                                                | Cumple                               |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 12.5 cm<br>Calculado: 12.5 cm                                                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:                                                                                  | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 12.5 cm<br>Calculado: 12.5 cm                                                                                        | Cumple<br>Cumple                     |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i><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: | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm<br>Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 25 cm | 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:                                                                                          | Mínimo: 12 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Calculado: 12 cm<br>Calculado: 12 cm                                                    | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                      |



# Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

## 2.- LISTADO DE PLACAS DE ANCLAJE

### 2.1.- Descripción

| Referencias                                                            | Placa base                                           | Disposición                                  | Rigidizadores                    | Pernos                                |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Nudo 1,<br>Nudo 82,<br>Nudo 114,<br>Nudo 184,<br>Nudo 186,<br>Nudo 211 | Ancho X: 200 mm<br>Ancho Y: 300 mm<br>Espesor: 11 mm | Posición X: Centrada<br>Posición Y: Centrada | Paralelos X: -<br>Paralelos Y: - | 4Ø10 mm L=30 cm<br>Prolongación recta |
| Nudo 16,<br>Nudo 31,<br>Nudo 46,<br>Nudo 202,<br>Nudo 221,<br>Nudo 236 | Ancho X: 350 mm<br>Ancho Y: 350 mm<br>Espesor: 12 mm | Posición X: Centrada<br>Posición Y: Centrada | Paralelos X: -<br>Paralelos Y: - | 4Ø16 mm L=30 cm<br>Prolongación recta |
| Nudo 61,<br>Nudo 77,<br>Nudo 116,<br>Nudo 124,<br>Nudo 251             | Ancho X: 300 mm<br>Ancho Y: 800 mm<br>Espesor: 30 mm | Posición X: Centrada<br>Posición Y: Centrada | Paralelos X: -<br>Paralelos Y: - | 4Ø25 mm L=35 cm<br>Prolongación recta |

### 2.2.- Medición

#### 2.2.1.- Medición de placas de anclaje

| Pilares                                                       | Acero | Peso kp   | Totales kp |
|---------------------------------------------------------------|-------|-----------|------------|
| Nudo 1, Nudo 82,<br>Nudo 114, Nudo 184,<br>Nudo 186, Nudo 211 | S275  | 6 x 5.18  |            |
| Nudo 16, Nudo 31,<br>Nudo 46, Nudo 202,<br>Nudo 221, Nudo 236 | S275  | 6 x 11.54 |            |
| Nudo 61, Nudo 77,<br>Nudo 116, Nudo 124,<br>Nudo 251          | S275  | 5 x 56.52 |            |
|                                                               |       |           | 382.92     |
| Totales                                                       |       |           | 382.92     |

#### 2.2.2.- Medición pernos placas de anclaje

| Pilares                                                       | Pernos           | Acero                          | Longitud m | Peso kp   | Totales m | Totales kp |
|---------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|
| Nudo 1, Nudo 82,<br>Nudo 114, Nudo 184,<br>Nudo 186, Nudo 211 | 24Ø10 mm L=34 cm | B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado) | 24 x 0.34  | 24 x 0.21 |           |            |
| Nudo 16, Nudo 31,<br>Nudo 46, Nudo 202,<br>Nudo 221, Nudo 236 | 24Ø16 mm L=35 cm | B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado) | 24 x 0.35  | 24 x 0.55 |           |            |
| Nudo 61, Nudo 77,<br>Nudo 116, Nudo 124,<br>Nudo 251          | 20Ø25 mm L=43 cm | B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado) | 20 x 0.43  | 20 x 1.64 |           |            |
|                                                               |                  |                                |            |           | 25.04     | 50.98      |
| Totales                                                       |                  |                                |            |           | 25.04     | 50.98      |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

### 2.3.- Comprobación

| Referencia: Nudo 1                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm<br>-Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                              | Estado                               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 160 mm                                                                                                                                                                   | Cumple                               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 15 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Anclaje perno en hormigón (Tracción):                                                                                                                                 | Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 0.1 t                                                                                                                                                                  | Cumple                               |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 2.561 t<br>Calculado: 0.095 t                                                                                                                                                                | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 120.388 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                          | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 6.167 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 78.877 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 78.877 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 95.1708 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 95.1708 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i><br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                             | Mínimo: 250<br>Calculado: 14800.5<br>Calculado: 14800.5<br>Calculado: 15074.6<br>Calculado: 15074.6                                                                                                  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                | Cumple                               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                      |

| Referencia: Nudo 16                                                                                                                                                   |                                                                                    |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                    |                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                            | Estado               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 48 mm<br>Calculado: 291 mm                                                 | Cumple               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 24 mm<br>Calculado: 30 mm                                                  | Cumple               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm                                                  | Cumple               |
| Anclaje perno en hormigón:<br>- Tracción:<br><br>- Cortante:                                                                                                          | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.327 t<br><br>Máximo: 2.928 t<br>Calculado: 0.195 t | Cumple<br><br>Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

|                                                                                                                                                                       |                                                                             |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: Nudo 16                                                                                                                                                   |                                                                             |        |
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                     | Estado |
| - Tracción + Cortante:                                                                                                                                                | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.605 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 6.557 t<br>Calculado: 0.308 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 232.523 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 10.765 t<br>Calculado: 0.183 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                           | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 97.688 kp/cm <sup>2</sup>                                        | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 97.688 kp/cm <sup>2</sup>                                        | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 303.031 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 309.008 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250                                                                 |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 41210.2                                                          | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 41210.2                                                          | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 2707.43                                                          | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 2632.09                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                             |        |
| Referencia: Nudo 31                                                                                                                                                   |                                                                             |        |
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 48 mm<br>Calculado: 291 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 24 mm<br>Calculado: 30 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                            |                                                                             |        |
| - Tracción:                                                                                                                                                           | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.327 t                                       | Cumple |
| - Cortante:                                                                                                                                                           | Máximo: 2.928 t<br>Calculado: 0.195 t                                       | Cumple |
| - Tracción + Cortante:                                                                                                                                                | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.605 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 6.557 t<br>Calculado: 0.308 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 232.523 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 10.765 t<br>Calculado: 0.183 t                                      | Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 31                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                              | Estado                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 97.688 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 97.688 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 303.031 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 309.008 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i><br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                             | Mínimo: 250<br>Calculado: 41210.2<br>Calculado: 41210.2<br>Calculado: 2707.43<br>Calculado: 2632.09                                                                                                  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                | Cumple                               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| Referencia: Nudo 46                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                              | Estado                               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 48 mm<br>Calculado: 291 mm                                                                                                                                                                   | Cumple                               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 24 mm<br>Calculado: 30 mm                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Anclaje perno en hormigón:<br>- Tracción:<br>- Cortante:<br>- Tracción + Cortante:                                                                                    | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.327 t<br>Máximo: 2.928 t<br>Calculado: 0.195 t<br>Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.605 t                                                                              | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 6.557 t<br>Calculado: 0.308 t                                                                                                                                                                | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 232.523 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                          | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 10.765 t<br>Calculado: 0.183 t                                                                                                                                                               | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 97.688 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 97.688 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 303.031 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 309.008 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i><br>- Derecha:                                                                      | Mínimo: 250<br>Calculado: 41210.2                                                                                                                                                                    | Cumple                               |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneración con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

|                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Referencia: Nudo 46                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                    | Estado                               |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 41210.2                                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 2707.43                                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 2632.09                                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Referencia: Nudo 61                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 30 mm<br>-Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                    | Estado                               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 75 mm<br>Calculado: 221 mm                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 37 mm<br>Calculado: 40 mm                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 35 cm                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Anclaje perno en hormigón (Tracción):                                                                                                                                 | Máximo: 7.624 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 16.016 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 42.049 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.467116 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.467116 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.329152 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.329152 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250<br>Calculado: 100000                                                                                                                                                                           | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Referencia: Nudo 77                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 30 mm<br>-Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                    | Estado                               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 75 mm<br>Calculado: 221 mm                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 37 mm<br>Calculado: 40 mm                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 35 cm                                                                                                                                                                          | Cumple                               |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 77                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 30 mm<br>-Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                    | Estado                               |
| Anclaje perno en hormigón (Tracción):                                                                                                                                 | Máximo: 7.624 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 16.016 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 42.049 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.467116 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.467116 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.329152 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.329152 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250<br>Calculado: 100000                                                                                                                                                                           | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Referencia: Nudo 82                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm<br>-Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                    | Estado                               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 160 mm                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 15 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Anclaje perno en hormigón (Tracción):                                                                                                                                 | Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 2.561 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 6.167 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.21564 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.21564 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.66173 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.66173 kp/cm <sup>2</sup>     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250<br>Calculado: 100000                                                                                                                                                                           | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

|                                                                                                  |                                                                             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: Nudo 82                                                                              |                                                                             |        |
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm                                      |                                                                             |        |
| -Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta                                                      |                                                                             |        |
| -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada                                          |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                              |                                                                             |        |
| Referencia: Nudo 114                                                                             |                                                                             |        |
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm                                      |                                                                             |        |
| -Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta                                                      |                                                                             |        |
| -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada                                          |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                            | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 160 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                          | Mínimo: 15 mm<br>Calculado: 20 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                       |                                                                             |        |
| - Tracción:                                                                                      | Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 0.15 t                                        | Cumple |
| - Cortante:                                                                                      | Máximo: 1.83 t<br>Calculado: 0.021 t                                        | Cumple |
| - Tracción + Cortante:                                                                           | Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 0.18 t                                        | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                   | Máximo: 2.561 t<br>Calculado: 0.135 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                       | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 177.644 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 6.167 t<br>Calculado: 0.019 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                      | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| - Derecha:                                                                                       | Calculado: 26.6295 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                     | Calculado: 28.4072 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Arriba:                                                                                        | Calculado: 209.972 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Abajo:                                                                                         | Calculado: 134.06 kp/cm <sup>2</sup>                                        | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>               | Mínimo: 250                                                                 |        |
| - Derecha:                                                                                       | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                     | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| - Arriba:                                                                                        | Calculado: 5772.96                                                          | Cumple |
| - Abajo:                                                                                         | Calculado: 10845.9                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                              |                                                                             |        |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 116                                                                                                                                                  |                                                                             |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 30 mm<br>-Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 75 mm<br>Calculado: 221 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 37 mm<br>Calculado: 40 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 35 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                            |                                                                             |        |
| - Tracción:                                                                                                                                                           | Máximo: 7.624 t<br>Calculado: 0.868 t                                       | Cumple |
| - Cortante:                                                                                                                                                           | Máximo: 5.337 t<br>Calculado: 0.011 t                                       | Cumple |
| - Tracción + Cortante:                                                                                                                                                | Máximo: 7.624 t<br>Calculado: 0.884 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 16.016 t<br>Calculado: 0.847 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 172.439 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 42.049 t<br>Calculado: 0.011 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                           | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 78.7998 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 78.7995 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 151.932 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 151.932 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250                                                                 |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 18642.4                                                          | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 18642.4                                                          | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 13300.7                                                          | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 13300.7                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                             |        |
| Referencia: Nudo 124                                                                                                                                                  |                                                                             |        |
| -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 30 mm<br>-Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 75 mm<br>Calculado: 221 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 37 mm<br>Calculado: 40 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 35 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón (Tracción):                                                                                                                                 | Máximo: 7.624 t<br>Calculado: 0 t                                           | Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 124                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 30 mm<br>-Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                    | Estado                               |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 16.016 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 42.049 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.467116 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.467116 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.329152 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0.329152 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250<br>Calculado: 100000                                                                                                                                                                           | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Referencia: Nudo 184                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm<br>-Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                    | Estado                               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 160 mm                                                                                                                                                                         | Cumple                               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 15 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                          | Cumple                               |
| Anclaje perno en hormigón:<br>- Tracción:<br>- Cortante:<br>- Tracción + Cortante:                                                                                    | Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 0.036 t<br>Máximo: 1.83 t<br>Calculado: 0.021 t<br>Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 0.066 t                                                                                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 2.561 t<br>Calculado: 0.032 t                                                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 62.1712 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 6.167 t<br>Calculado: 0.019 t                                                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 20.2384 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 38.239 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 30.7941 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 100.452 kp/cm <sup>2</sup>      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 184                                                                                                                                                  |                                                                       |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm<br>-Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250                                                           |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 100000                                                     | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 87037.9                                                    | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 57479                                                      | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 13061                                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                       |        |

| Referencia: Nudo 186                                                                                                                                                  |                                                                             |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm<br>-Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 160 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 15 mm<br>Calculado: 20 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                            |                                                                             |        |
| - Tracción:                                                                                                                                                           | Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 1.125 t                                       | Cumple |
| - Cortante:                                                                                                                                                           | Máximo: 1.83 t<br>Calculado: 0.034 t                                        | Cumple |
| - Tracción + Cortante:                                                                                                                                                | Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 1.175 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 2.561 t<br>Calculado: 1.075 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1370.94 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 6.167 t<br>Calculado: 0.032 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                           | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 612.999 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 526.839 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 1035.46 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 312.359 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250                                                                 |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 3304.31                                                          | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 3219.42                                                          | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 1483.82                                                          | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 5710.05                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

|                                                                                                  |                                                                             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: Nudo 186                                                                             |                                                                             |        |
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm                                      |                                                                             |        |
| -Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta                                                      |                                                                             |        |
| -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada                                          |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                              |                                                                             |        |
| Referencia: Nudo 202                                                                             |                                                                             |        |
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm                                      |                                                                             |        |
| -Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta                                                      |                                                                             |        |
| -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada                                          |                                                                             |        |
| Comprobación                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                            | Mínimo: 48 mm<br>Calculado: 291 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                          | Mínimo: 24 mm<br>Calculado: 30 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                       |                                                                             |        |
| - Tracción:                                                                                      | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.095 t                                       | Cumple |
| - Cortante:                                                                                      | Máximo: 2.928 t<br>Calculado: 0.06 t                                        | Cumple |
| - Tracción + Cortante:                                                                           | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.18 t                                        | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                   | Máximo: 6.557 t<br>Calculado: 0.09 t                                        | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                       | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 70.0068 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 10.765 t<br>Calculado: 0.056 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                      | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| - Derecha:                                                                                       | Calculado: 27.128 kp/cm <sup>2</sup>                                        | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                     | Calculado: 27.128 kp/cm <sup>2</sup>                                        | Cumple |
| - Arriba:                                                                                        | Calculado: 88.6789 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Abajo:                                                                                         | Calculado: 99.5476 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>               | Mínimo: 250                                                                 |        |
| - Derecha:                                                                                       | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                     | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| - Arriba:                                                                                        | Calculado: 9265.8                                                           | Cumple |
| - Abajo:                                                                                         | Calculado: 8252.03                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                              |                                                                             |        |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 211                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                        |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm<br>-Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                        |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                                | Estado                               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 160 mm                                                                                                                                                                     | Cumple                               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 15 mm<br>Calculado: 20 mm                                                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Anclaje perno en hormigón (Tracción):                                                                                                                                 | Máximo: 2.614 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 2.561 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                  | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 6.167 t<br>Calculado: 0 t                                                                                                                                                                      | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.21564 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 2.21564 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.66173 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1.66173 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250<br>Calculado: 100000                                                                                                                                                                       | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                  | Cumple                               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                        |                                      |

| Referencia: Nudo 221                                                                                                                                                  |                                                                                                                       |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                       |                            |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                               | Estado                     |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 48 mm<br>Calculado: 291 mm                                                                                    | Cumple                     |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 24 mm<br>Calculado: 30 mm                                                                                     | Cumple                     |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                     | Cumple                     |
| Anclaje perno en hormigón:<br>- Tracción:<br>- Cortante:<br>- Tracción + Cortante:                                                                                    | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.095 t<br>Máximo: 2.928 t<br>Calculado: 0.06 t<br>Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.18 t | Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 6.557 t<br>Calculado: 0.09 t                                                                                  | Cumple                     |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 70.0068 kp/cm <sup>2</sup>                                           | Cumple                     |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 221                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                              | Estado                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 10.765 t<br>Calculado: 0.056 t                                                                                                                                                               | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 27.128 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 27.128 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 88.6789 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 99.5476 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i><br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                             | Mínimo: 250<br>Calculado: 100000<br>Calculado: 100000<br>Calculado: 9265.8<br>Calculado: 8252.03                                                                                                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                | Cumple                               |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| Referencia: Nudo 236                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                                                                                                                                                              | Estado                               |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 48 mm<br>Calculado: 291 mm                                                                                                                                                                   | Cumple                               |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 24 mm<br>Calculado: 30 mm                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                    | Cumple                               |
| Anclaje perno en hormigón:<br>- Tracción:<br>- Cortante:<br>- Tracción + Cortante:                                                                                    | Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.095 t<br>Máximo: 2.928 t<br>Calculado: 0.06 t<br>Máximo: 4.182 t<br>Calculado: 0.18 t                                                                                | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 6.557 t<br>Calculado: 0.09 t                                                                                                                                                                 | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 70.0068 kp/cm <sup>2</sup>                                                                                                                          | Cumple                               |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 10.765 t<br>Calculado: 0.056 t                                                                                                                                                               | Cumple                               |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:<br>- Derecha:<br>- Izquierda:<br>- Arriba:<br>- Abajo:                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 27.128 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 27.128 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 88.6789 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 99.5476 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



## Listado de cimentación

Nave para la cogeneación con biomasa en invernadero b en la localidad de Narros

Fecha: 20/05/22

| Referencia: Nudo 236                                                                                                                                                  |                                                                       |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| -Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 12 mm<br>-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250                                                           |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 100000                                                     | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 100000                                                     | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 9265.8                                                     | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 8252.03                                                    | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                       |        |

| Referencia: Nudo 251                                                                                                                                                  |                                                                       |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 30 mm<br>-Pernos: 4Ø25 mm L=35 cm Prolongación recta<br>-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                       |        |
| Comprobación                                                                                                                                                          | Valores                                                               | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                 | Mínimo: 75 mm<br>Calculado: 221 mm                                    | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                               | Mínimo: 37 mm<br>Calculado: 40 mm                                     | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                      | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 35 cm                                     | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón (Tracción):                                                                                                                                 | Máximo: 7.624 t<br>Calculado: 0 t                                     | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                        | Máximo: 16.016 t<br>Calculado: 0 t                                    | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                            | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                      | Máximo: 42.049 t<br>Calculado: 0 t                                    | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                           | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                    |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                            | Calculado: 0.467116 kp/cm <sup>2</sup>                                | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                          | Calculado: 0.467116 kp/cm <sup>2</sup>                                | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                             | Calculado: 0.329152 kp/cm <sup>2</sup>                                | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                              | Calculado: 0.329152 kp/cm <sup>2</sup>                                | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                    | Mínimo: 250<br>Calculado: 100000                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                         | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                   |                                                                       |        |

## **ANEJO Nº 8: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

|                                                            |   |
|------------------------------------------------------------|---|
| 1. INVERSIÓN TOTAL.....                                    | 2 |
| 2. INGRESOS ANUALES .....                                  | 3 |
| 2.1. PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DEL INVERNADERO.....             | 3 |
| 2.2. VENTA DE ASTILLA SECA.....                            | 3 |
| 2.3. VENTA DE CENIZA .....                                 | 4 |
| 3. GASTOS ANUALES .....                                    | 4 |
| 3.1. COMPRA DE ASTILLA HÚMEDA .....                        | 4 |
| 3.2. MANO DE OBRA, ELECTRICIDAD Y DEMÁS GASTOS.....        | 5 |
| 4. BENEFICIOS ANUALES.....                                 | 6 |
| 5. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO .....          | 6 |
| 5.1. VAN.....                                              | 6 |
| 5.2. TIR .....                                             | 7 |
| 5.3. PAYBACK O PLAZO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN ..... | 8 |

# 1. INVERSIÓN TOTAL

La inversión inicial es la cantidad de dinero necesario para poner en marcha el proyecto de negocio. La inversión total de este proyecto equivale al presupuesto general, y es de 278.073,19 €, como ya se ha explicado y detallado anteriormente.

A continuación, se muestra el presupuesto por capítulos y resumen del mismo:

|                                                      |                     |
|------------------------------------------------------|---------------------|
| 1) Acondicionamiento del terreno                     | 4.371,93 €          |
| 2) Red de saneamiento                                | 3.776,74 €          |
| 3) Cimentaciones                                     | 46.215,17 €         |
| 4) Estructuras                                       | 19.139,23 €         |
| 5) Cerramientos y divisiones                         | 2.493,48 €          |
| 6) Revestimientos y falsos techos                    | 4.515,31 €          |
| 7) Cubiertas                                         | 31.864,11 €         |
| 8) Aislamiento e impermeabilización                  | 10.281,91 €         |
| 9) Pavimentos                                        | 1.658,12 €          |
| 10) Carpintería de madera                            | 401,24 €            |
| 11) Carpintería de aluminio y PVC                    | 2.236,74 €          |
| 12) Cerrajería                                       | 8.235,00 €          |
| 13) Instalaciones eléctricas y domótica              | 2.228,96 €          |
| 14) Iluminación                                      | 4.412,70 €          |
| 15) Instalación de fontanería                        | 1.023,84 €          |
| 16) Aparatos sanitarios                              | 474,74 €            |
| 17) Instalación de calefacción y ACS                 | 40.072,00 €         |
| 18) Instalaciones de protección                      | 310,55 €            |
| 19) Seguridad                                        | 621,92 €            |
| 20) Control de calidad y ensayos                     | 424,31 €            |
| 21) Equipamiento                                     | 45.054,65 €         |
| <b>Presupuesto de ejecución material</b>             | <b>229.812,55 €</b> |
| IVA (21%)                                            | 48.260,64 €         |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA</b> | <b>278.073,19 €</b> |

El presupuesto de ejecución por contrata con IVA asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SETENTA Y TRES EUROS Y DIECINUEVE CÉNTIMOS.**

## 2. INGRESOS ANUALES

Los ingresos anuales esperados que tendría la planta de producción serán de 988.233 €, y se obtendrán de la producción del invernadero y de la venta de astilla seca. En los siguientes apartados se detalla cuál es la cantidad obtenida por cada uno.

### 2.1. PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DEL INVERNADERO

En el invernadero hay tres ciclos de producción al año, de enero a abril se produce el primer ciclo de tomates, de julio a septiembre el segundo ciclo de tomates, y noviembre y diciembre lechugas.

Sin la calefacción que se ha implantado gracias a este proyecto, el invernadero tenía unas ganancias totales de 25.000 €.

Gracias a este proyecto, con la calefacción implantada en el invernadero, las ganancias llegan hasta los 35.000 €, habiendo incrementado las ganancias en 10.000 € anuales gracias a este proyecto. En cada ciclo de tomates se obtienen 7.000 € extras y en el de lechugas 3.000 € extras.

El total de ingresos anuales extras por parte del invernadero, gracias a la mejora de la producción debida a este proyecto será, por tanto, de 10.000 €.

### 2.2. VENTA DE ASTILLA SECA

Los ingresos que se obtienen a partir de la venta de las astillas secas dependen de los Kg que sobran para

Tabla 1: Media mensual de la venta de astillas secas

| MESES   | MEDIA MENSUAL DE LOS KG DE BIOMASA QUE SE VENDEN DIARIAMENTE (Kg) | PRECIO DE LAS ASTILLAS SECAS (€/Kg) | MEDIA MENSUAL DE LOS INGRESOS DIARIOS POR LA VENTA DE LAS ASTILLAS SECAS (€) |
|---------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Enero   | 17.108                                                            | 0,1                                 | 1.710,80                                                                     |
| Febrero | 19.562                                                            | 0,1                                 | 1.956,20                                                                     |
| Marzo   | 25.318                                                            | 0,1                                 | 2.531,80                                                                     |
| Abril   | 28.239                                                            | 0,1                                 | 2.823,90                                                                     |
| Mayo    | 34.660                                                            | 0,1                                 | 3.466,00                                                                     |
| Junio   | 32.088                                                            | 0,1                                 | 3.208,80                                                                     |
| Julio   | 32.718                                                            | 0,1                                 | 3.271,80                                                                     |

|            |        |     |          |
|------------|--------|-----|----------|
| Agosto     | 31.833 | 0,1 | 3.183,30 |
| Septiembre | 29.436 | 0,1 | 2.943,60 |
| Octubre    | 34.660 | 0,1 | 3.466,00 |
| Noviembre  | 21.154 | 0,1 | 2.115,40 |
| Diciembre  | 17.091 | 0,1 | 1.709,10 |

Fuente: Elaboración propia

Si se multiplica cada media mensual por 30 días que tiene un mes y se suman todos los meses, se obtienen los ingresos anuales medios que se obtendrán por la venta de astillas secas, que en este caso son 971.601 € anuales.

A la planta de producción llegan diariamente 44 toneladas de astillas húmedas, lo que equivale a 2 camiones llenos, ya que en cada camión caben 20 toneladas. De esas 40 toneladas, 10 de ellas se queman en la caldera y las 30 restantes se venderán a otras centrales de biomasa.

### 2.3. VENTA DE CENIZA

Por la venta de la ceniza producida por la caldera también se obtendrán ingresos, en total 6.632,29 € anuales, ya que se venderá a agricultores para su utilización como abono.

## 3. GASTOS ANUALES

Los gastos anuales que tendrá la planta de producción serán de 917.920 €, provenientes de la compra de la astilla húmeda y a la mano de obra. En los siguientes apartados se detalla cuánto gasta cada uno.

### 3.1. COMPRA DE ASTILLA HÚMEDA

La compra de astillas húmedas vendrá determinada por el calor sobrante que proporcionará la caldera, ya que no se podrán secar más astillas si la caldera no proporciona más calor, por lo que se comprarán las justas.

Tabla 2: Media mensual de los gastos diarios por la compra de astillas húmedas

| MESES      | MEDIA MENSUAL DE LOS KG DE BIOMASA QUE SE COMPRAN DIARIAMENTE (Kg) | PRECIO DE LAS ASTILLAS HÚMEDAS (€/Kg) | MEDIA MENSUAL DE LOS GASTOS DIARIOS POR LA COMPRA DE LAS ASTILLAS HÚMEDAS (€) |
|------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Enero      | 30.448                                                             | 0,05                                  | 1.522,40                                                                      |
| Febrero    | 32.902                                                             | 0,05                                  | 1.645,10                                                                      |
| Marzo      | 38.658                                                             | 0,05                                  | 1.932,90                                                                      |
| Abril      | 41.579                                                             | 0,05                                  | 2.078,95                                                                      |
| Mayo       | 48.000                                                             | 0,05                                  | 2.400,00                                                                      |
| Junio      | 45.428                                                             | 0,05                                  | 2.271,40                                                                      |
| Julio      | 46.058                                                             | 0,05                                  | 2.302,90                                                                      |
| Agosto     | 45.173                                                             | 0,05                                  | 2.258,65                                                                      |
| Septiembre | 42.776                                                             | 0,05                                  | 2.138,80                                                                      |
| Octubre    | 48.000                                                             | 0,05                                  | 2.400,00                                                                      |
| Noviembre  | 34.494                                                             | 0,05                                  | 1.724,70                                                                      |
| Diciembre  | 30.431                                                             | 0,05                                  | 1.521,55                                                                      |

Fuente: Elaboración propia

Si se multiplica cada media mensual por 30 días que tiene un mes y se suman todos los meses, se obtienen los gastos anuales medios que se obtendrán por la compra de astillas húmedas, que en este caso son 725.920 € anuales.

### 3.2. MANO DE OBRA, ELECTRICIDAD Y DEMÁS GASTOS

Los gastos de mano de obra, electricidad o demás gastos como puede ser el agua o reparación de maquinaria, se estiman en 187.000 € anualmente.

Se considera dentro de la mano de obra a cuatro empleados a jornada completa y con contrato indefinido. Estos serán un supervisor, con un salario bruto anual de 35.000 €, y tres peones polivalentes para el edificio de generación, con un salario bruto anual de 22.000 €, hacen unos gastos de mano de obra de 101.000 €.

Dentro de otros gastos, se considera la electricidad, suministros, otros servicios y posibles gastos extraordinarios, como reparaciones o mejoras de maquinaria o las instalaciones, estimados estos en un importe total de 86.000 €.

## 4. BENEFICIOS ANUALES

Los beneficios anuales de la explotación, haciendo la operación de ingresos menos gastos, resultan ser 75.313,29 € anuales.

$$B^{\circ} = I - G = 988.233,29 - 912.920 = 75.313,29 \text{ €}$$

## 5. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Para conocer la viabilidad de este proyecto, se proceden a aplicar diferentes fórmulas matemáticas y económicas. Principalmente se aplican métodos dinámicos como el VAN y la TIR, diferentes ratios que analizan la rentabilidad de una inversión. De manera complementaria se aplica el método estático del payback o plazo de recuperación de la inversión. Todos estos indicadores son explicados e interpretados a continuación.

### 5.1. VAN

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto con el objetivo de conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.

Para ello, se actualizan todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. En este caso, necesitamos para este cálculo el tipo de interés oficial de referencia en el mercado. El Banco Central es el responsable de fijar los tipos de interés en la mayor parte de las economías. En el caso de España, el organismo regulador al que pertenecemos es el Banco Central Europeo. Para fijar el tipo de interés oficial se tiene en cuenta la situación económica de la región y las perspectivas a corto y medio plazo. Una vez fijado, ese será el tipo mínimo al que podrán acudir los bancos que operan en la zona a las subastas de capital. Actualmente, y desde 2016, está fijado en un 3%.

El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en nº de unidades monetarias (euros). Así, su expresión matemática será:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde  $I_0$  es la inversión inicial,  $F_t$  los flujos de caja anuales,  $k$  el tipo de interés oficial y  $t$  el tiempo medido en años.

Este ratio se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión. En el momento que esta operación da un resultado positivo, se considera que la inversión es rentable y el proyecto viable para su desarrollo. Por ello, se va a considerar para el cálculo diferentes años de análisis, así se analizará en qué momento de tiempo es viable el desarrollo de este proyecto.

$$t = 1; VAN = -278.073,19 + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^1} = -204.953,49 \text{ €}$$

$$t = 2; VAN = -278.073,19 + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^1} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^2} = -133.963,49 \text{ €}$$

$$t = 3; VAN = -278.073,19 + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^1} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^2} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^3} = -65.041,16$$

$$t = 4; VAN = -278.073,19 + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^1} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^2} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^3} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^4} = 1.873,71 \text{ €}$$

$$t = 5; VAN = -278.073,19 + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^1} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^2} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^3} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^4} + \frac{75.313,29}{(1+0,03)^5} = 66.839,62 \text{ €}$$

Así, se comprueba que este proyecto es rentable a partir del cuarto año, ya que el resultado del VAN es un importe positivo o mayor a cero. A partir de ahí, el VAN es mayor ya que este proyecto crea valor; cuanto más tiempo dure en el tiempo este proyecto, más viable se considera por su alta rentabilidad.

## 5.2. TIR

La TIR o tasa interna de retorno es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que conllevará cualquier inversión. Está muy relacionada con el VAN o Valor Actualizado Neto, hallado anteriormente (5.1.), definiéndose la Tasa Interna de Retorno (TIR) cuando el Valor Actualizado Neto (VAN) adquiere un valor igual a 0 para un proyecto de inversión concreto y determinado.

$$TIR: VAN = 0$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

Aplicando la leyenda de simbología anteriormente utilizada para el VAN.

De manera práctica, la TIR será calculada a continuación para diferentes periodos de tiempo, como se ha realizado el VAN.

$$t = 1; -278.073,19 + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^1} = 0 \rightarrow TIR = -0,7291 = -72,16 \%$$

$$t = 2; -278.073,19 + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^1} + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^2} = 0 \rightarrow TIR = -0,3274 = -32,74 \%$$

$$t = 3; -278.073,19 + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^1} + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^2} + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^3} = 0 \rightarrow TIR = -0,0971 = -9,71 \%$$

$$t = 4; -278.073,19 + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^1} + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^2} + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^3} + \frac{75.313,19}{(1+TIR)^4} = 0 \rightarrow TIR = 0,032813 = 3,28 \%$$

La Tasa Interna de Retorno se expresa en porcentaje y debe compararse con la tasa de descuento (k), que para este caso hemos considerado  $k = 3\%$ . Por tanto, en el cuarto año de vida del proyecto, la TIR es mayor a  $k (3\%)$ , por lo que a partir de ese momento se considera una inversión rentable. Este dato coincide con lo expresado por el análisis del VAN, ya que como se comentaba anteriormente, son dos indicadores de rentabilidad muy relacionados. Así mismo, cuanto más tiempo esté el proyecto en funcionamiento, más rentable se supone esta inversión.

### 5.3. PAYBACK O PLAZO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El Payback o plazo de recuperación habla en términos de tiempo. Así, representa los años que se tarda en recuperar la inversión inicial. Es un método de análisis estático, pues no tiene en cuenta los tipos de interés ni la devaluación del dinero con el paso del tiempo, por lo que se considera una medida menos fiable de la rentabilidad que las dos aplicadas anteriormente (VAN y TIR).

Así, los flujos de este proyecto son los siguientes:

$$-278.073,19 / 75.313,19 / 75.313,19 / 75.313,19 / 75.313,19 / 75.313,19 / \dots$$

El único cálculo que se debe llevar a cabo es sumar los flujos de caja generados hasta alcanzar el desembolso inicial. Así,  $75.313,19 + 75.313,19 + 75.313,19 + 75.313,19 = 301.252,76 \text{ €}$ , que supera el desembolso inicial de  $278.073,19 \text{ €}$ . Por ello, el payback o plazo de recuperación de la inversión total son cuatro años.

Se puede realizar un cálculo más exacto del payback, que sería el que se detalla a continuación. El segundo flujo de caja son  $92.000 \text{ €}$ , de los cuales solo necesitamos  $278.073,19 - 75.313,19 \times 3 = 52.133,62 \text{ €}$  para alcanzar la cantidad de la inversión inicial a recuperar. Así,  $52.133,62 / 75.313,19 = 0,6922 \text{ años}$ ; si calculamos este importe en meses, serán  $0,6922 \times 12 = 8,31 \text{ meses} \approx 9 \text{ meses}$ . Por tanto, de estos cálculos se deduce que la inversión inicial del proyecto se recupera en 3 años y 9 meses, correspondiente este importe al concepto de payback o plazo de recuperación de la inversión.



## ANEJO Nº 9: EVALUACIÓN AMBIENTAL

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                              |   |
|----------------------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                        | 2 |
| 2. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD .....       | 2 |
| 3. NORMATIVA .....                           | 3 |
| 4. FOCOS CONTAMINANTES .....                 | 3 |
| 5. ANÁLISIS DE EMISIONES GASEOSAS .....      | 4 |
| 6. ESTUDIO DE RUIDOS .....                   | 6 |
| 6.1. NIVEL SONORO .....                      | 6 |
| 6.2. FOCOS DE RUIDO A CONSIDERAR .....       | 6 |
| 7. SEGURIDAD .....                           | 7 |
| 7.1. RIESGOS CLASIFICADOS .....              | 7 |
| 7.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....       | 7 |
| 7.3. PLAN DE SEGURIDAD .....                 | 8 |
| 7.4. SEGURIDAD EN FASE DE CONSTRUCCIÓN ..... | 8 |
| 8. CONCLUSIONES .....                        | 8 |

# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de esta central de generación es la mejora del aprovechamiento de las fuentes de energía primaria disponibles. Por consiguiente, y con carácter general, su impacto sobre el medio ambiente es positivo, ya que permite una reducción neta del consumo de energía primaria. Este ahorro conlleva necesariamente la disminución de las emisiones de dióxido de carbono, uno de los gases que contribuyen al denominado "efecto invernadero."

La planta proyectada, comporta además la ventaja adicional derivada de la valorización en forma energética de un residuo forestal. No obstante las consideraciones anteriores, es obvio que una central de biomasa constituye una actividad potencialmente contaminadora de su entorno inmediato. Por tanto, deberán adoptarse todas las medidas correctoras necesarias para reducir su impacto sobre este entorno hasta niveles legal y socialmente admisibles.

Asimismo, una central de este tipo puede ser peligrosa en virtud de las materias que se manipulan en ella y de sus condiciones de presión y temperatura. Por consiguiente, deberán considerarse todas las medidas de protección necesarias para reducir el riesgo a niveles aceptables. En lo que resta del presente capítulo se analiza la consideración reglamentaria de la central proyectada por lo que se refiere a medio ambiente y seguridad y se justifica la idoneidad de las medidas correctoras y salvaguardias tecnológicas disponibles.

# 2. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

El anexo II del Decreto 833/75 de 6 de febrero establece un catálogo de actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera. Se definen tales actividades como aquellas que "por su propia naturaleza o por los procesos tecnológicos convencionales utilizados, constituyen o pueden constituir un foco de contaminación atmosférica". Según su potencial perniciosidad para la atmósfera, las actividades se clasifican, a efectos de regulación administrativa, en actividades tipo A, B y C, referidas a centrales con una potencia superior a 10 MW.

Esta central, al tener una caldera de 2 MW de potencia, no se considera una instalación potencialmente contaminadora de la atmósfera, ya que genera muy poco CO<sub>2</sub>.

Además, el balance de emisiones es neto, porque al ser biomasa forestal, el CO<sub>2</sub> que se emite es el que esos árboles que ahora se queman, captaron en su desarrollo para poder hacer la fotosíntesis.

### 3. NORMATIVA

La normativa que se debe seguir para realizar el estudio del impacto ambiental es la siguiente:

- Real Decreto Legislativo 1/2008 de 11 de enero por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de impacto ambiental de proyectos.
- Ley 11/2003, de 8 de abril, "Prevención ambiental de Castilla y León"

Debido a la naturaleza del proyecto, es necesario el estudio de impacto ambiental para el proyecto que nos ocupa, debido a la ley 11/2003 de 8 de abril. Este estudio se tramitará conjuntamente con el Estudio Técnico Previo ante la Comisión de Prevención Ambiental. Este órgano será el encargado de proponer la Declaración de Impacto Ambiental.

El presente proyecto quedará estrictamente regulado por la normativa vigente, a la cual tiene que regirse.

### 4. FOCOS CONTAMINANTES

Al objeto de clarificar con detalle los focos de emisión que son origen de la clasificación realizada, las medidas adoptadas y el grado de perniciosidad resultante.

Se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 1: Focos contaminantes, medidas correctoras y grado de perniciosidad

| <b>POSIBLE FOCO</b>                        | <b>MEDIDAS CORRECTORAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>GRADO DE PERNICIOSIDAD</b> |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Escorias, cenizas y otros residuos sólidos | El ciclo de biomasa permite la valorización de unas 4.856 toneladas al año de residuos forestales (astillas de pino). Los únicos residuos sólidos generados por este ciclo son las escorias que puedan contener la biomasa de origen forestal, y las cenizas producidas, exentas de materias combustibles. Estas serán utilizadas como fertilizante. | Ninguno                       |
| Efluentes líquidos                         | Las purgas y vaciados de equipos son inocuas y tratadas convenientemente para eliminar cualquier efecto nocivo, de acuerdo con la normativa vigente.                                                                                                                                                                                                 | Ninguno                       |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Humos y emisiones gaseosas          | El combustible empleado en la instalación es biomasa forestal. El exceso de aire comburente asegura su total combustión. La composición de los gases de escape a la atmósfera es una mezcla de CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O y O <sub>2</sub> . Contienen, además, un pequeño porcentaje de óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ), monóxido de carbono (CO) y partículas en suspensión, aunque muy inferior a los límites máximos exigidos por la legislación tras el adecuado tratamiento final con ciclones y filtros. El combustible tiene muy poco azufre y el contenido de SO <sub>2</sub> en las emisiones a la atmósfera es mínimo. En funcionamiento normal no habrá otras emisiones gaseosas que las producidas por los gases de combustión. | Ninguno |
| Olores                              | La completa combustión de la biomasa asegura la ausencia de ningún tipo de olor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Ninguno |
| Ruidos                              | Se adoptarán los silenciadores y aislamiento acústicos necesarios para asegurar que el nivel sonoro no sobrepase los límites exigidos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ninguno |
| Vibraciones                         | El equipo no está concebido para funcionar con alto nivel de vibraciones. En cualquier caso, su instalación se realiza de forma que se evite la transmisión de vibraciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ninguno |
| Materiales inflamables y explosivos | La central de generación contará con equipos contra incendios según se detalla. Todos los aparatos cumplirán con la normativa actualmente vigente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ninguno |

Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE EMISIONES GASEOSAS

Las únicas emisiones gaseosas que se producen con el funcionamiento normal de la actividad son las procedentes del sistema de combustión de astillas. El sistema de combustión de astillas utilizado permite garantizar la total combustión de éstas con un bajo exceso de aire, gracias al elevado tiempo de residencia del producto en su interior.

El caudal de gases de escape del sistema de combustión será variable según las condiciones de trabajo para generar los 2 MWh netos. El caudal que se deriva de la operación del ciclo según las condiciones promedio anual es de 18,74 kg/s.

Antes de su evacuación a la atmósfera, los humos pasan por un sistema de depuración basado en ciclones y filtros. Con todo ello, las características los humos emitidos se resumen como sigue:

Tabla 2: Análisis elemental en base seca de las astillas de biomasa

| Análisis elemental en base seca (%) | Carbono (C) | Hidrógeno (H) | Nitrógeno (N) | Azufre (S) | Oxígeno (O) | Cenizas |
|-------------------------------------|-------------|---------------|---------------|------------|-------------|---------|
|                                     | 41,1        | 6,1           | 0,36          | 0,05       | 47,59       | 4,8     |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, casi el 90% de las emisiones es dióxido de carbono. Además, no contribuye al efecto invernadero porque el CO<sub>2</sub> que ahora se emite, es el que las plantas obtuvieron de la atmósfera para crecer y desarrollarse.

También se debe tener en cuenta que parte de ese dióxido de carbono emitido se introducirá en el invernadero para ayudar al cultivo a realizar la fotosíntesis y que se desarrolle de una manera más favorable.

El Anexo IV del Real Decreto 833/75 establece los niveles de emisión de contaminantes para distintas actividades industriales. El caso de esta central, que utiliza biomasa como combustible, no se enumera explícitamente; por tanto, deberá enmarcarse dentro del grupo "27 Actividades industriales diversas no especificadas en este Anexo". Dichos límites se muestran en la tabla de contaminantes y emisiones que se aparece en el presente capítulo.

Los valores límites a los que se refieren dichos anexos, se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3: Límites de emisiones según el Real Decreto 833/75

| Contaminante    | Emisiones en valor absoluto (Kg/h) | Emisiones caldera de biomasa (15% de O <sub>2</sub> ) | Nivel máximo permitido (R.D. 833/75) (15% de O <sub>2</sub> ) |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| NO <sub>x</sub> | < 30,95                            | < 300 ppm                                             | 300 ppm                                                       |
| CO              | < 31,15                            | < 500 ppm                                             | 500 ppm                                                       |
| Partículas      | < 7,48                             | < 150 mg/Nm <sup>3</sup>                              | 150 mg/Nm <sup>3</sup>                                        |
| SO <sub>2</sub> | < 0,05                             | < 1 mg/Nm <sup>3</sup>                                | 4.300 mg/Nm <sup>3</sup>                                      |

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la tabla anterior, la instalación queda por debajo de los límites permisibles actuales, con lo cual cumple perfectamente la normativa vigente. Para la evacuación de estos gases a la atmósfera se dispondrá de una chimenea, por la que se expulsarán los gases derivados. La altura de la chimenea respecto al suelo será de 9 metros.

## 6. ESTUDIO DE RUIDOS

### 6.1. NIVEL SONORO

Las principales fuentes de ruido estarán asociadas al funcionamiento de la caldera de biomasa y el secadero. El ruido originado por estas fuentes se transmitirá a los edificios o locales vecinos de la propiedad por vía aérea en lugar de por estructura. Por tanto, en principio se debería aplicar como indicador del grado de molestia por ruido el nivel sonoro exterior. Este concepto se entenderá como el nivel sonoro en dBA procedente de una actividad (fuente emisora) medido en el exterior del punto de recepción, a 1 metro de separación de la fachada o muro que lo delimita y a una altura entre 1 y 2 metros del suelo.

Dentro de la clasificación de zonas que suele establecerse para definir los límites del nivel sonoro exterior, la actividad se considerará adaptada al área tipificada como industrial.

Según el Decreto 3/1995, de 12 de enero, por el que se establecen las condiciones que deberán cumplir las actividades clasificadas por sus niveles sonoros y de vibraciones (BOCL de 17 de enero), el nivel sonoro admisible en el límite de este tipo de zonas es de 70 dBA durante el día (8:00 a 22:00) y 55 dBA durante la noche (22:00 a 8:00).

### 6.2. FOCOS DE RUIDO A CONSIDERAR

Los principales focos de ruido que genera la actividad en condiciones de funcionamiento normal son los siguientes:

- 1) Ventiladores de la caldera de biomasa: El nivel sonoro en origen es de 80 dBA a 1 m.
- 2) Chimenea de la caldera de biomasa: Los humos salientes de la caldera se consideran atenuados acústicamente tras pasar a través de la misma puesto que actúa como un silenciador. Con ello, sin medidas correctoras adicionales, se obtiene un nivel sonoro máximo de 85 dBA a 1 metro de la boca de salida de la chimenea y en la dirección del flujo, que pasan a ser 70,5 dBA por corrección de la direccionalidad si se toman en dirección al punto de recepción.
- 3) Secadero: El nivel sonoro de esta máquina es de 85 dBA a 1 m. Queda situada en el interior de una nave en la que, el puente acústico más débil, está constituido por las aberturas de aspiración de aire. En ellas se han previsto silenciadores de paneles con atenuación mínima de 35 dBA. Con ello, el nivel sonoro a 1 metro de la pared de la nave es de 50 dBA.
- 4) Bombas hidráulicas: El nivel sonoro en origen es de 80 dBA a 1 m.
- 5) Motores de los tornillos sinfín: El nivel sonoro en origen es de 80 dBA a 1 m.

## 7. SEGURIDAD

### 7.1. RIESGOS CLASIFICADOS

Los riesgos de la actividad que se realizará en el presente proyecto no se deben tener en cuenta. Las actividades que se realizarán son mantener la caldera y secar biomasa, y no son actividades que se consideren de riesgo. El único riesgo posible sería la alta temperatura que alcanza la caldera en su interior, pero está preparada para no correr riesgos, tiene un potente sistema de seguridad. El secadero no se considera nada de riesgo porque es sólo un flujo de aire que reduce la humedad de la biomasa.

### 7.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La actividad que se está considerando no está clasificada específicamente en el RAMINP como peligrosa. No obstante, la alimentación con biomasa hace por sí misma adecuada la consideración del riesgo de incendios. Para contemplar posibles emergencias se seguiría un plan de evacuación de la zona de la central hacia el exterior. Desde las salas de los edificios se tendrán salidas directas al exterior y sobre las puertas situadas en el sentido de la evacuación se situarán las correspondientes luces de emergencia. Se tendrán en cuenta las normas y reglamentaciones vigentes sobre protección contra incendios, con especial atención a:

- NBE-CPI-1996: Norma Básica de Edificación, Condiciones de Protección contra Incendios (Real Decreto 2177/1996, del 1 de marzo de 1996).
- CTE: Código técnico de la edificación (Real Decreto 314/2006, B.O.E del 28 de marzo).
- R.I.I.: Reglamento de Instalaciones de protección contra Incendios (Real Decreto 1942/1993, B.O.E. del 14 de Diciembre de 1993).
- CEPREVEN: Normas técnicas para instalaciones de protección contra incendios. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004, B.O.E del 17 de diciembre).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

En todas las salas del edificio principal (sala de la caldera, sala del secadero y sala de control) y auxiliar de la central de generación existirán detectores de humos, pulsadores de alarma, alumbrado de emergencia y extintores manuales (de dióxido de carbono o polvo, según el caso), convenientemente distribuidos.

Adicionalmente, y tal como se ha indicado, se instalará una red de agua contra incendios con hidrantes, en todo el emplazamiento de la central, incluido la zona destinada a almacenamiento de biomasa.

### **7.3. PLAN DE SEGURIDAD**

Tal como se ha indicado, se prevé la presencia permanente de personal en las instalaciones de la central de generación proyectada. El sistema de incendios con que cuenta la central permitiría advertir inmediatamente cualquier situación anómala que pudiera producirse durante el funcionamiento de ésta.

En consecuencia, el plan de seguridad de la central se limita a prever la evacuación de aquellas personas que, pudieran encontrarse en el interior de las instalaciones y la alerta de los medios de intervención externos que sean necesarios (bomberos, fundamentalmente). Tal como se ha justificado, los edificios de la central disponen de accesos suficientes para garantizar la evacuación segura.

### **7.4. SEGURIDAD EN FASE DE CONSTRUCCIÓN**

La seguridad en fase de construcción se garantizará mediante el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud, de conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente. Se recoge en el Anejo 11, referido al estudio de seguridad y salud.

## **8. CONCLUSIONES**

El análisis del impacto ambiental asociado a la instalación de la central de biomasa demuestra que las emisiones que podría generar la actividad atendiendo a su clasificación, o en realidad no se producen, o por sí solas no tienen ninguna repercusión perniciosa sobre la sanidad ambiental, o por último se toman las medidas correctoras y preventivas necesarias para asegurar y garantizar que no exista tal repercusión. El impacto de la nueva central sobre el medio ambiente atmosférico será positivo, ya que permite obtener una reducción neta de las emisiones. En concreto, se ha justificado que:

- Los residuos sólidos generados (escorias y cenizas) son tratados adecuadamente.
- Los efluentes líquidos son convenientemente tratados antes de su vertido.
- Las emisiones gaseosas están dentro de los límites fijados por la normativa vigente, una vez tomadas las medidas protectoras y correctoras explicadas.
- No hay olores perceptibles en los humos emitidos.
- La central cuenta con las medidas correctoras que garantizan el cumplimiento de los niveles de ruido máximos admisibles.
- Se han tomado las medidas de protección contra incendios adecuadas a la actividad de las instalaciones proyectadas.



## ANEJO Nº 10: PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1. GESTIÓN DE LA CENIZA PRODUCIDA POR LA CALDERA.....      | 2  |
| 1.1. TIPOS DE CENIZAS .....                                | 2  |
| 1.2. VALORIZACIÓN DE LAS CENIZAS .....                     | 2  |
| 1.2.1. PROPIEDADES DEL RESIDUO .....                       | 2  |
| 1.2.2. TRATAMIENTOS DE LAS CENIZAS .....                   | 3  |
| 1.2.3. APLICACIONES DE LA CENIZA.....                      | 4  |
| 1.2.3.1. UTILIZACIÓN COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ..... | 4  |
| 1.2.3.2. UTILIZACIÓN COMO ABONO .....                      | 6  |
| 1.3. CANTIDAD DE CENIZAS PRODUCIDAS POR LA CALDERA .....   | 7  |
| 1.4. PLAN DE GESTIÓN DE LAS CENIZAS DE LA CALDERA .....    | 7  |
| 1.5. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES.....                 | 8  |
| 2. GESTIÓN DE LOS RESIUDOS PRODUCIDOS POR LAS OBRAS.....   | 9  |
| 2.1. INTRODUCCIÓN .....                                    | 9  |
| 2.2. ANTECEDENTES.....                                     | 9  |
| 2.3. NORMATIVA.....                                        | 10 |
| 2.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR .....        | 11 |
| 2.5. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS .....                      | 13 |
| 2.6. MEDIDAS DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS .....              | 13 |
| 2.7. PRESUPUESTO.....                                      | 14 |

# 1. GESTIÓN DE LA CENIZA PRODUCIDA POR LA CALDERA

Debido a la combustión de las astillas de madera se genera, como residuo de la misma, ceniza. En este apartado se describe con detalle cuántos Kg de ceniza produce la caldera, los tipos de cenizas que hay y lo que se va a hacer con los residuos de la caldera.

## 1.1. TIPOS DE CENIZAS

Existen dos tipos de residuos como productos de la combustión de la biomasa, las cenizas de fondo (CF), formadas por el material total o parcialmente quemado y cenizas volantes (CV), que son partículas arrastradas por la corriente de gases al exterior de la cámara de combustión.

- La ceniza de fondo comprende la fracción gruesa de la ceniza producida en la parrilla de la caldera, en la cama inferior y en la cámara de combustión primaria. A menudo, se mezcla con impurezas minerales contenidas en el combustible de biomasa, como arena, piedras y barro. Estas impurezas pueden ser minerales y dar lugar a la formación de escoria y a la presencia de partículas de ceniza sinterizadas en la ceniza de fondo.
- La ceniza volante es la fracción más fina de las cenizas, arrastradas por los gases de combustión, que se recoge y precipita en los filtros. En las plantas de combustión de biomasa a pequeña escala sin tecnología de eliminación de materia, esta fracción de cenizas se emite con el gas de combustión.

## 1.2. VALORIZACIÓN DE LAS CENIZAS

Los residuos procedentes de la combustión de las astillas (cenizas de fondo y volantes) son principalmente empleados como fertilizantes debido a su alto contenido en potasio. No obstante, muchas toneladas de residuos no encuentran una salida comercial, por lo que, dada su elevada disponibilidad, resulta interesante plantearse un estudio de viabilidad de valorización de este tipo de residuos en construcción.

La industria de la construcción puede absorber diferente tipos de residuos. Estos residuos pueden entrar como materias primas (valorización material) o como combustibles alternativos (valorización energética).

### 1.2.1. PROPIEDADES DEL RESIDUO

En la incineración de la biomasa se genera una cantidad variable de cenizas de diferentes naturalezas. En este caso, las astillas que se quemarán habrán sido limpiadas previamente y no contendrán corteza u otros residuos.

Se han llevado a cabo numerosos estudios para analizar las características físico-mecánicas de las cenizas producidas en la combustión de biomasa, en particular con el objetivo de ser empleadas para la fabricación de hormigón, principalmente por sus potenciales propiedades puzolánicas.

Los estudios concluyen que se trata de mezclas heterogéneas de partículas, de tamaños variables y formas angulosas. Algunas de estas cenizas tienen estructuras celulares, las que no han sido quemadas o las que han resultado parcialmente no combustionadas.

En cuanto a las propiedades físicas, las cenizas de fondo están formadas por partículas altamente porosas y textura rugosa. El tamaño de sus partículas puede ser variable, pero suelen variar entre 0,1 y 3 cm. Las cenizas volantes son materiales mucho más finos, con la mayor parte de sus partículas por debajo de 75  $\mu\text{m}$  (aprox. El 70%). Las partículas de mayor tamaño (>1mm) proceden del material no quemado.

En cuanto a las propiedades químicas, las astillas de madera tienen carácter básico (alto contenido en cal). Normalmente la temperatura que alcanza el material en la parrilla no es muy elevada y la ceniza contiene una cantidad importante de material orgánico inquemado, por lo que suelen presentar una elevada pérdida por calcinación.

Análisis químico de las cenizas de las astillas de madera:

Tabla 1: Análisis químico de las cenizas

| Pérdida por calcinación | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CaO   | MgO  | (Na,K) <sub>2</sub> O |
|-------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------|------|-----------------------|
| 42,1%                   | 7,2%             | 1,8%                           | 0,5%                           | 3,4%                          | 36,1% | 4,1% | 4,8%                  |

Fuente: cedexmateriales.es

### 1.2.2. TRATAMIENTOS DE LAS CENIZAS

El tratamiento que requieren las cenizas procedentes de la incineración de las astillas depende principalmente de la aplicación que vayan a tener, pudiendo consistir principalmente en:

- Lavado, para disminuir el contenido de sales solubles (principalmente en este proceso se eliminan los cloruros). Algunos estudios han obtenido que mediante el lavado se consigue reducir hasta el 60% el contenido en cloruros.
- Triturado y tamizado para obtener una granulometría requerida.



Figura 1: Ceniza de biomasa  
Fuente: Indiamart

### **1.2.3. APLICACIONES DE LA CENIZA**

La utilización de las cenizas procedentes de la combustión de las astillas está condicionada por sus propiedades físico-mecánicas. La ceniza procedente de la combustión de las astillas de madera se puede utilizar como material de construcción o como fertilizante para el suelo. En los siguientes apartados se describen detalladamente los usos que puede tener la ceniza, convirtiendo este residuo en un material útil.

#### **1.2.3.1. UTILIZACIÓN COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

No se han realizado muchos estudios que recojan la utilización de las cenizas procedentes de la combustión de biomasa en materiales de construcción, sobre todo en los materiales en base de cemento. Debido al alto contenido de carbón, su uso está limitado a materiales de baja y media resistencia, sustituyendo de forma parcial alguno de los componentes (cemento o áridos) de forma que las propiedades no se vean afectadas.

Algunos estudios han evaluado la utilización de las cenizas de fondo para la fabricación de morteros, en general como sustitutivo de pequeñas cantidades de cemento.

La mayoría de los estudios limitan el contenido de cenizas de fondo como sustitución del cemento entre un 5 y un 10%, después de un proceso de trituración hasta lograr un cierto tamaño de grano.

En otros estudios también se han utilizado sustituciones hasta un 10% y no se presentaron cambios destacables en los morteros (densidad y resistencia a flexión), salvo ligeros descensos de la resistencia a compresión a edades tempranas. Un estudio concluyó que es viable la utilización hasta un 20% de cenizas de fondo, si previamente han sido tratadas para obtener un tamaño máximo de 0,15 milímetros. Al utilizar tamaños mayores, los descensos en resistencia pueden ser importantes, incluso para reducidos porcentajes de cenizas (del 10%).

Finalmente, también en estudios específicos se ha explorado la utilización de este material como materia prima en la fabricación de cemento Portland, debido a que la ceniza de madera tiene un potencial considerable para su uso como una adición mineral puzolánica y como un activador en materiales tratados con cemento.

También se puede utilizar la ceniza de fondo como sustituto parcial de la arena para la fabricación de morteros de baja resistencia (10 N/mm<sup>2</sup>), con reemplazamientos de hasta un 100% en peso de ceniza (con un 90% del material dentro de la fracción 0,5-1 mm) muestran características mecánicas similares a los morteros de control, aunque presentan un aumento de consistencia considerable y tiempos de fraguado algo inferiores. Sustituciones hasta un 20% de arena por cenizas de fondo no producen disminuciones importantes en las propiedades mecánicas del hormigón, especialmente a edades avanzadas.

También se puede utilizar la ceniza para la fabricación de piezas silicocalcáreas, fabricadas mediante la mezcla de las cenizas de fondo con diferentes fuentes de cal (óxido de calcio e hidróxido de calcio) y cemento Portland. La cantidad de ceniza de fondo añadida varió entre el 10% y el 90% del peso seco de las mezclas.

El programa experimental incluyó una amplia gama de métodos de prueba del material desarrollado, como la absorción de agua, resistencia mecánica, porosidad, microestructura, congelación-descongelación y conductividad térmica. En general, las mezclas con un porcentaje inferior al 50% de cenizas de fondo con óxido e hidróxido de calcio fueron las que presentaron un mejor comportamiento.

Se pueden resaltar algunas ventajas económicas y medioambientales como consecuencia del empleo de residuos de biomasa en el proceso de fabricación de cemento, morteros y hormigones:

- Se utilizan residuos destinados a eliminación.
- Se facilita a la sociedad una herramienta complementaria para la gestión de sus residuos (ahorro en instalaciones de tratamiento de residuos).
- Disminuir el uso de materias primas en la fabricación de cemento, sustituyendo parte de las mismas por residuos con características similares (ahorro de recursos naturales).
- Se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Sustitución de combustibles fósiles por biomasa.
- No se genera ningún residuo al final del proceso de valorización.

Debido al carácter experimental en la utilización de este tipo de residuos, prácticamente no existen obras en las que se hayan utilizado las cenizas de biomasa, aunque cabe destacar la realización de un tramo experimental en la carretera entre Baeza y Puente del Obispo de la autovía del Olivar, en el que se utilizaron cenizas para la estabilización de suelos arcillosos.

### 1.2.3.2. UTILIZACIÓN COMO ABONO

La ceniza de restos vegetales es, seguramente, uno de los primeros fertilizantes que el ser humano utilizó para corregir y enriquecer los suelos de cultivo. Seguramente en aquella época observaban la naturaleza y ya se darían cuenta de que después de un incendio forestal, la vegetación renacía y lo hacía con gran vigor.

Es materia orgánica y contiene macronutrientes como magnesio (Mg), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y otros nutrientes que mejoran el suelo y ayudan al cultivo a desarrollarse de forma más adecuada. Parte de ellos se encuentran en formas relativamente solubles, y por tanto, asimilables directamente por las plantas.

La ceniza contiene también cantidades variables de otros elementos que constituyen micronutrientes para los vegetales. Estos son los que las plantas necesitan en pequeñas cantidades, aunque que de ninguna manera pueden faltar en el suelo. En parte se encuentran en formas solubles en la ceniza. Es el caso del cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), níquel (Ni) y cinc (Zn).

La cantidad de ceniza adecuada que se debe añadir al suelo como enmienda es de 1 Kg por metro cuadrado. El invernadero del presente proyecto tiene 12.000 m<sup>2</sup>, por lo que se necesitarían 12.000 Kg para abonar el invernadero entero, una cantidad que se podrá almacenar en el contenedor del patio exterior, ya que tiene una capacidad para 27.200 Kg.

Debido a la riqueza en elementos nutritivos para las plantas, la ceniza se puede utilizar como corrector de ciertas carencias de nutrientes en el suelo, pero también tiene diferentes usos como:

- Es una buena alternativa para ahuyentar plagas, como hormigas, caracoles, babosas y algunos tipos de oruga, basta con rodear la planta con ceniza para que haga de barrera.
- Elimina los hongos de las hojas, ya que seca el hongo cambiando su pH, sólo hay que esparcir la ceniza por las hojas que contengan el hongo.
- Es un buen cicatrizante para heridas de cultivos leñosos, por ejemplo, si se rompe una rama se aplica la ceniza directamente sobre la herida, evitando así la entrada de hongos, enfermedades y plagas, además de ser buen cicatrizante.
- Mejora la actividad microbiana del suelo.
- Aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo y la capacidad de retención de agua.
- Reduce la acidez y eleva el pH en suelos muy ácidos.

A pesar de todas estas ventajas y que es un buen abono natural, no se debe usar más de dos veces al año en el mismo suelo, ya que tiene propiedades que cambian la acidez y el pH del terreno. Además, la ceniza contiene también ciertos metales pesados, aunque en cantidades muy pequeñas, algunos de ellos tóxicos para los seres humanos, para los animales y para las plantas, en ciertas concentraciones. Entre ellos el cadmio (Cd) o el plomo (Pb), que se encuentran de forma natural en muchos suelos, son absorbidos por las plantas y, al quemarlas, aparecen en la ceniza, puesto que no se consumen ni se evaporan. Es especialmente peligroso el cadmio, ya que es tóxico para las plantas y puede dar lugar a atrofia o clorosis.

Además, muchos de los compuestos químicos presentes en la ceniza se encuentran como óxidos, hidróxidos y carbonatos, dándole un fuerte carácter alcalino o básico. Las cenizas también reducen la aireación del suelo, puesto que las partículas de ceniza se hinchan en contacto con el agua, obstruyendo los poros, aunque esto puede resultar interesante en suelos demasiado arenosos para reducir la aireación.

### 1.3. CANTIDAD DE CENIZAS PRODUCIDAS POR LA CALDERA

La caldera que se instalará en el presente proyecto consume 13,34 toneladas diarias de astillas de madera. Las astillas producen un 4,8% de cenizas de su propio peso. Con este dato se pueden calcular los Kg de cenizas que produce la caldera diariamente.

$$4,8 \% \text{ de } 13.340 \text{ Kg} = 640,32 \text{ Kg de cenizas}$$

La caldera produce diariamente 640,32 Kg de ceniza, y si se multiplica por los 364 días que la caldera está funcionando al año, obtenemos la producción anual de cenizas.

$$640,32 * 364 = 233.076,48 \frac{\text{Kg}}{\text{año}} = 233 \text{ toneladas anuales}$$

La caldera produce anualmente 233 toneladas de cenizas, de las cuales aproximadamente un 64% corresponde a cenizas volantes y un 36% a cenizas de fondo.

### 1.4. PLAN DE GESTIÓN DE LAS CENIZAS DE LA CALDERA

Como se ha detallado en el apartado anterior, la caldera produce diariamente 640,32 Kg de cenizas procedentes de la combustión de las astillas de madera en el interior de la caldera.

Debajo de la caldera existirá un depósito de cenizas, que es donde irán cayendo las mismas una vez se vayan quemando las astillas de madera en la parrilla del interior de la caldera. Este depósito tendrá 1 metro cúbico de capacidad. Las cenizas tienen una densidad de 850 Kg/m<sup>3</sup>, es decir, que el depósito tiene capacidad para unos 850 Kg de cenizas.

Al producir la caldera diariamente 640,32 Kg de cenizas y tener el depósito de cenizas una capacidad para 850 Kg, habrá que vaciar el depósito diariamente, lo tendrán que hacer los operarios de la central cada día. Lo llevarán al contenedor situado en el patio exterior de la central, que tendrá 2 metros de alto, dos metros de ancho y 8 metros de largo, lo que hacen 32 metros cúbicos, por lo que si tenemos en cuenta la densidad de las astillas, la capacidad del contenedor será de:

$$32 \text{ m}^3 * 850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 27.200 \text{ Kg}$$

El contenedor situado en el patio exterior tendrá una capacidad de 27.200 Kg de cenizas. Al producir la caldera 640,32 Kg de cenizas al día, el contenedor se llenará a los:

$$\frac{27.200 \text{ Kg}}{640,32 \text{ Kg/día}} = 42,47 \text{ días}$$

El contenedor de ceniza situado en el patio exterior se llenará a los 42,47 días. Para que el contenedor tampoco se llene del todo, un camión vendrá a recogerlo cada 40 días.

Una vez al año se abonará el invernadero con la ceniza procedente de la combustión de las astillas en el interior de la caldera. Se hará en noviembre, coincidiendo con el final del ciclo de los tomates, justo antes de empezar con el cultivo de lechugas.

De esta manera se aprovechará la ceniza producida, ya que es un buen fertilizante para el suelo. La cantidad de ceniza adecuada que se debe añadir al suelo como enmienda es de 1 Kg por metro cuadrado. El invernadero del presente proyecto tiene 12.000 m<sup>2</sup>, por lo que se necesitarían 12.000 Kg para abonar el invernadero entero, una cantidad que se podrá almacenar en el contenedor del patio exterior, ya que tiene capacidad para 27.200 Kg de cenizas.

La ceniza que no se utilice en el invernadero como fertilizante se venderá a otros agricultores para que la utilicen como enmienda en sus cultivos, ya que contiene gran cantidad de nutrientes beneficiosos para los cultivos. Se venderá a 0,03 €/Kg. Si la caldera produce 233.076,48 Kg de ceniza al año y en el invernadero se aplican 12.000 Kg, se venderán 221.076,48 Kg de ceniza al año.

$$221.076,48 \text{ Kg} * 0,03 \text{ €/Kg} = 6.632,29 \text{ €}$$

Se obtendrán anualmente de beneficios 6.632,29 € por la venta de la ceniza. Se almacenará en un contenedor y un camión vendrá cada 40 días a recoger el contenedor metálico lleno de ceniza. En su lugar se dejará otro vacío para ser rellenado, cerrando así el ciclo.

## 1.5. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

La Ley 22/2021 de residuos y suelos contaminados (con las modificaciones introducidas en la Ley 5/2013) establece en su artículo 6 que la determinación de los residuos que han de considerarse como residuos peligrosos y no peligrosos se hará de conformidad con la Lista Europea de Residuos (LER) establecida en la decisión 2000/532/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, y modificada por la decisión 2014/955/UE, de 18 de diciembre de 2014.

Las cenizas procedentes de la combustión de biomasa constituyen el residuo de código 10 01 01 (escorias) y 10 01 03 (cenizas volantes).

Se trata de un residuo perteneciente al capítulo 10, correspondiente a los "Residuos de procesos térmicos" y subcapítulo 10 01 "Residuos de centrales eléctricas y otras plantas de combustión". Están considerados como residuos no peligrosos.

Estos códigos LER se explican con más detalle en el apartado "2.3. Normativa" de este mismo anejo.

## **2. GESTIÓN DE LOS RESIUDOS PRODUCIDOS POR LAS OBRAS**

Al igual que se ha realizado una gestión de los residuos que produce la caldera, hay que realizar una gestión sobre los residuos que se producen en las obras de las instalaciones del presente proyecto.

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

La actividad de construcción y generará muchos residuos de todo tipo, englobándolos a todos con el nombre de "escombros" o tierras sobrantes de las excavaciones. En los residuos que se denominan escombros se podrá hacer una clasificación en función de su afección a la salud humana o al medioambiente. Estos pueden ser muy variados, como son los especiales, peligrosos, urbanos o inertes, entre otros.

Los denominados escombros serán los que se extraen de las construcciones al levantarlas o al demolerlas. En este tipo de residuos se podrán encontrar, desde materiales pétreos, hasta cerámicas, vidrios, madera, plásticos, metales o envases de materiales. En la actualidad, este tipo de residuos son los más abundantes, por ello se han considerado como un elemento prioritario a tratar, debido al impacto medioambiental tan fuerte como agresivo que producen. Por esto último, tenemos disponibilidad del Real Decreto 105/2008 del 1 de febrero, por el cual se va a regular la producción y gestión de residuos derivados de la construcción y de la demolición, con el objetivo de fomentar y concienciar de su reutilización, prevención, reciclado u otras formas mediante las cuales estos residuos reciban un tratamiento adecuado e intentar que la construcción avance desde un punto de vista más sostenible y capacitado.

### **2.2. ANTECEDENTES**

Este Estudio Básico de Gestión de Residuos, como anejo al proyecto que ocupa, se elaborará con el objetivo de justificar el cumplimiento del proyecto a las prescripciones desarrolladas en el Real Decreto 105/2008 del 1 de febrero, por el cual se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y de la demolición.

Este estudio está encargado por el promotor del proyecto, como objetivo de que sirva de referencia al Constructor, a la hora de elaborar el Plan de Gestión de Residuos, en el que se establece que la empresa constructora es la encargada de llevar a cabo de la gestión de residuos durante las obras del proyecto. Este Plan de Gestión de Residuos una vez esté aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el propio promotor del proyecto, pasa a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

## 2.3. NORMATIVA

La normativa que debe seguir el plan de gestión de residuos es la siguiente:

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE núm. 96, de 22.04.1998).
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE núm.25, de 29.01.2002).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos (BOE núm. 43, de 19.02.2002).
- Ley 6/2003, de 20 de marzo, del impuesto de depósito de residuos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Orden de 23 abril de 2003, por la que se regula la repercusión del impuesto sobre depósito de residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).

Los códigos LER son una Lista Europea de Residuos (LER): Es una relación de residuos armonizada a nivel europeo y estos se clasifican mediante códigos de seis cifras para los residuos y de cuatro y dos cifras para los subcapítulos y capítulos respectivamente. Los capítulos y subcapítulos definen los tipos de actividades que generan los residuos. La inclusión de un material en la lista no significa que se trate de un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considerará residuo cuando se ajuste a la definición prevista en la legislación vigente. El código LER cuenta con 20 capítulos, dividiendo los residuos en varios sectores. Estos son los siguientes:

- 1) Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales.
- 2) Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos.
- 3) Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón.
- 4) Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil.
- 5) Residuos del refino de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón.
- 6) Residuos de procesos químicos inorgánicos.
- 7) Residuos de procesos químicos orgánicos.

- 8) Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión.
- 9) Residuos de la industria fotográfica.
- 10) Residuos de procesos térmicos.
- 11) Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea.
- 12) Residuos del moldeado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos.
- 13) Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19).
- 14) Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos (excepto los capítulos 07 y 08).
- 15) Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.
- 16) Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.
- 17) Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).
- 18) Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la prestación de cuidados sanitarios).
- 19) Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos, de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial.
- 20) Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

## 2.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Los residuos generados serán relativos a los publicados en la Lista Europea de Residuos, publicada en el Orden MAM/304/2002 del 8 de febrero o sus modificaciones exteriores.

Se realizará una clasificación introductoria de los residuos que nos podemos encontrar en unas obras de este tipo, a saber:

Como aclaración, "RCD" son las siglas de "Residuos de demolición y construcción", referidos a los escombros anteriormente citados. En la lista LER, los residuos de demolición y construcción se encuentran en el apartado número 17, tal y como se aclara en el apartado "2.3. Normativa" de este mismo anejo.

- RCD de 1er nivel: Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura, bien sea local o municipal, que están contenidos en los distintos planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional; estos, por lo tanto serán los sobrantes de las excavaciones, de los movimientos de tierra o demás fases constructivas previas que tengan lugar en la explotación.

Como breve resumen, se trata de las tierras y materiales pétreos no contaminados, que proceden de las obras de excavación.

- RCD de 2º nivel: Residuos generados en las actividades propias del sector de la construcción, demolición, reparación domiciliaria o de la implantación de servicios. En este caso, también se considerarán residuos no peligrosos, puesto que en ningún caso tienen, que ver, producen o experimentar con transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Estos residuos, no son ni combustibles ni solubles; ni reaccionan física ni químicamente; ni serán biodegradables; ni afectan a otras materias de manera perjudicial al entrar en contacto, por lo tanto no van a poder contaminar el medioambiente o perjudicar a la salud humana. Estos serán los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

No serán considerados como residuos peligrosos aquellos que no superen 1 m<sup>3</sup> de aporte, además de no ser considerados peligrosos y requieran por lo tanto un tratamiento especial.

Tabla 2: Identificación de los residuos a generar

| CÓDIGO LER | RESIDUO                                                               |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 17 05 04   | Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 |
| 01 04 09   | Residuos de arena y arcilla                                           |
| 17 01 01   | Hormigón                                                              |
| 17 01 07   | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos          |
| 17 02 02   | Vidrio                                                                |
| 17 01 02   | Ladrillos                                                             |
| 17 01 03   | Tejas y materiales cerámicos                                          |
| 17 09 04   | Residuos mezclados de la construcción y demolición                    |
| 17 02 01   | Madera                                                                |
| 17 02 03   | Plástico                                                              |
| 17 03 02   | Mezclas bituminosas                                                   |
| 17 04 05   | Hierro y acero                                                        |
| 17 04 06   | Metales mezclados                                                     |
| 17 04 11   | Cables                                                                |
| 17 08 02   | Materiales de construcción a partir de yeso                           |

Fuente: Elaboración propia

## 2.5. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS

Una vez se han identificado los residuos que se generarán en la obra es fundamental estimar la cantidad de cada uno de ellos. De este modo, la siguiente tabla muestra los residuos generados junto a la cantidad de los mismos que se espera generar.

Tabla 3: Estimación del volumen de los residuos a generar

| CÓDIGO LER | MATERIAL       | CANTIDAD (Tn) | VOLUMEN (m <sup>3</sup> ) | DENSIDAD (Tn/m <sup>3</sup> ) |
|------------|----------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|
| 17 01 01   | Hormigón       | 16,1          | 7                         | 2,3                           |
| 17 05 04   | Tierra         | 380,23        | 271,59                    | 1,4                           |
| 17 01 02   | Ladrillos      | 2,95          | 1,5                       | 1,97                          |
| 17 04 05   | Hierro y acero | 31,4          | 4                         | 7,85                          |

Fuente: Elaboración propia

## 2.6. MEDIDAS DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

La principal prioridad a la hora de gestionar los residuos es minimizar en la medida de lo posible la cantidad que se genere. Para conseguir dicha reducción se tendrán en cuenta las siguientes medidas durante la fase de ejecución de la obra:

- Todos los agentes que intervienen en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- Utilización de elementos prefabricados.
- Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.

- Se comprobará, con el fin de no generar residuos sobre el suelo del emplazamiento, que la maquinaria utilizada no tenga fugas de aceite, combustible, refrigerante, etc.

Se llevará a cabo la separación selectiva de todos los residuos generados, favoreciendo así la valoración y reutilización de los mismos en la propia instalación u otras externas. Para la correcta gestión de los residuos generados se prevé las siguientes instalaciones durante la fase de ejecución de la obra:

- Contenedores para la separación de los distintos tipos de residuos generados (Madera, plásticos, pétreos etc.).
- Zona para el almacenamiento de los restos de desbroce.
- Contenedor de basuras.

La tierra que se extraerá de la excavación de las zapatas, que en total serán 271,59 m<sup>3</sup> se extenderá por el resto de la finca, ahorrando así el elevado coste del vertedero.

Los demás residuos de los materiales de obra sí que se llevarán a vertedero, y supondrá unos costes, los cuales se recogen en el siguiente apartado, el presupuesto de la gestión de los residuos.

## 2.7. PRESUPUESTO

Tabla 4: Presupuesto gestión de residuos

| RESIDUO                                      | VOLUMEN DE RESIDUOS (m <sup>3</sup> ) | GASTOS DE GESTIÓN (€/m <sup>3</sup> ) | IMPORTE TOTAL   |
|----------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Hormigón                                     | 7                                     | 6                                     | 42,00 €         |
| Hierro y acero                               | 4                                     | 5                                     | 20,00 €         |
| Ladrillos                                    | 1,5                                   | 4,5                                   | 6,75 €          |
| Cables eléctricos                            | 1                                     | 2                                     | 2,00 €          |
| Plástico                                     | 3,5                                   | 10                                    | 35,00 €         |
| Madera                                       | 0,5                                   | 2                                     | 1,00 €          |
| Basuras                                      | 4                                     | 2                                     | 8,00 €          |
| Pétreos                                      | 10                                    | 4                                     | 40,00 €         |
| Gastos de gestión                            | -                                     | -                                     | 150,00 €        |
| Gastos indirectos                            | -                                     | -                                     | 120,00 €        |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS</b> |                                       |                                       | <b>424,75 €</b> |

Fuente: Elaboración propia



## ANEJO Nº 11: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETIVO.....                                                 | 3  |
| 2. CONTENIDO DEL ESTUDIO.....                                    | 3  |
| 3. DATOS.....                                                    | 3  |
| 4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD.....                     | 4  |
| 5. DETECCIÓN DE RIESGOS Y SUS MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....         | 5  |
| 6. DISTINTOS RIESGOS.....                                        | 6  |
| 6.1. DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA..... | 6  |
| 6.1.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL.....                    | 6  |
| 6.1.2. VALLADO DE OBRA.....                                      | 7  |
| 6.2. DURANTE LAS FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....              | 8  |
| 6.2.1. CIMENTACIÓN.....                                          | 8  |
| 6.2.2. ESTRUCTURA.....                                           | 8  |
| 6.2.3. CERRAMIENTOS Y REVESTIMIENTOS EXTERIORES.....             | 9  |
| 6.2.4. CUBIERTAS.....                                            | 9  |
| 6.2.5. PARTICIONES.....                                          | 10 |
| 6.2.6. INSTALACIONES GENERALES.....                              | 11 |
| 6.3. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES.....            | 11 |
| 6.3.1. PUNTALES.....                                             | 12 |
| 6.3.2. TORRE DE HORMIGONADO.....                                 | 12 |
| 6.3.3. ESCALERA DE MANO.....                                     | 12 |
| 6.3.4. VISERA DE PROTECCIÓN.....                                 | 13 |
| 6.3.5. ANDAMIO DE BORRIQUETAS.....                               | 13 |
| 6.3.6. PLATAFORMA DE DESCARGA.....                               | 13 |
| 6.3.7. PLATAFORMA SUSPENDIDA.....                                | 13 |
| 6.4. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.....    | 14 |
| 6.4.1. PALA CARGADORA.....                                       | 14 |
| 6.4.2. RETROEXCAVADORA.....                                      | 14 |
| 6.4.3. CAMIÓN DE CAJA BASCULANTE.....                            | 15 |
| 6.4.4. CAMIÓN PARA TRANSPORTE.....                               | 15 |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.4.5. GRÚA TORRE .....                                                                             | 15 |
| 6.4.6. CAMIÓN GRÚA .....                                                                            | 16 |
| 6.4.7. MONTACARGAS .....                                                                            | 16 |
| 6.4.8. HORMIGONERA .....                                                                            | 17 |
| 6.4.9. VIBRADOR .....                                                                               | 18 |
| 6.4.10. MARTILLO PICADOR .....                                                                      | 18 |
| 6.4.11. MAQUINILLO .....                                                                            | 18 |
| 6.4.12. SIERRA CIRCULAR .....                                                                       | 19 |
| 6.4.13. SIERRA CIRCULAR DE MESA .....                                                               | 19 |
| 6.4.14. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO .....                                                        | 20 |
| 6.4.15. EQUIPO DE SOLDADURA .....                                                                   | 20 |
| 6.4.16. HERRAMIENTAS MANUALES DIVERSAS .....                                                        | 20 |
| 7. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES .....                                          | 21 |
| 7.1. CAÍDAS AL MISMO NIVEL .....                                                                    | 21 |
| 7.2. CAÍDAS A DISTINTO NIVEL .....                                                                  | 21 |
| 7.3. POLVO Y PARTÍCULAS .....                                                                       | 21 |
| 7.4. RUIDO .....                                                                                    | 22 |
| 7.5. ESFUERZOS .....                                                                                | 22 |
| 7.6. INCENDIOS .....                                                                                | 22 |
| 7.7. INTOXICACIÓN POR EMANACIONES .....                                                             | 22 |
| 8. RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE ...                                   | 22 |
| 8.1. CAÍDA DE OBJETOS .....                                                                         | 23 |
| 8.2. DERMATOSIS .....                                                                               | 23 |
| 8.3. ELECTROCUCIONES .....                                                                          | 23 |
| 8.4. QUEMADURAS .....                                                                               | 23 |
| 8.5. GOLPES Y CORTES EN EXTREMIDADES .....                                                          | 24 |
| 9. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE<br>REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO ..... | 24 |
| 9.1. TRABAJOS EN CERRAMIENTOS EXTERIORES Y CUBIERTAS .....                                          | 24 |
| 9.2. TRABAJOS EN INSTALACIONES .....                                                                | 25 |
| 9.3. TRABAJOS CON PINTURAS Y BARNICES .....                                                         | 25 |
| 10. TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES .....                                                  | 25 |
| 11. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA .....                                                             | 26 |
| 12. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA .....                                     | 26 |
| 13. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES .....                                                        | 27 |
| 13.1. SEGURIDAD Y SALUD .....                                                                       | 27 |

## 1. OBJETIVO

El objetivo que tiene este estudio de Seguridad y Salud es definir las medidas que se deben tomar en las diferentes fases de construcción para intentar prevenir los riesgos que fácilmente pueden surgir, además de enumerar las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar en los trabajadores. Para que el contratista aplique todas estas condiciones que se acaban de enumerar, se enuncian unas premisas básicas, de acuerdo con la legalidad vigente ya establecida, así podrá cumplir los objetivos con los que trabaja este estudio, que son:

- Garantizar la salud, tanto física como sanitaria en los trabajadores.
- Evitar las situaciones que conlleven un peligro.
- Hacer responsables y atribuir distintas obligaciones a las personas encargadas del proceso productivo.
- Determinar la cuantía económica de todos estos factores.
- En función de la fase, establecer unas medidas de seguridad u otras (dependerá del tipo de actuación).
- Detectar los posibles riesgos que puedan sobrellevarse en la obra y en consecuencia, aplicar las considerables medidas correctoras.

## 2. CONTENIDO DEL ESTUDIO

Se enumeran las normas de seguridad y salud que se deben llevar a cabo en una obra, además de identificar riesgos que, puedan aparecer de manera inesperada en el transcurso de la obra, mencionando las medidas que eviten estos problemas o justificando por qué se deben elegir esas medidas y no otras, en caso de que surjan otras posibles soluciones. Es importante también determinar los problemas y los consiguientes métodos de seguridad y salud, de fases posteriores a la obra como pueden ser fases de reparación o mantenimiento.

## 3. DATOS

a) Agentes: Los agentes que deben estar al cargo de todos los sistemas de seguridad son, en primer lugar, el promotor (por prevención de que no ocurra nada en su obra), el autor del proyecto (Alonso Sanz Tejedor), el constructor o jefe de obra y por último, el coordinador de seguridad y salud, que tendrá que ser nombrado por el promotor.

b) Emplazamiento y su entorno: Las medidas adoptadas en el entorno y emplazamiento de la parcela donde se va a desarrollar el proyecto, son en resumen, las medidas pertinentes en relación a la entrada y salida de vehículos (sobre todo vehículos pesados que lleven grandes cantidades de material a la obra) para evitar posibles accidentes de tráfico. Para ello se emplearán medidas de señalización de obras, establecidas por la DGT (Dirección General de Tráfico) así como normas medidas por la Policía Local.

c) Características generales de la obra: Son las unidades de la obra que puedan causar daños, o hacer peligrar a sus operarios, que son:

- Cimentación: Zapatas de hormigón armado con riostra de atado.
- Estructura horizontal: Vigas de acero IPE 160 sobre pórticos de acero IPE 200.
- Fachadas: 1,5 metros de hormigón armado de 25 cm de espesor con aislante ya incorporado, y el resto de panel sándwich con aislante de 5 cm de espesor.
- Soleras y forjados sanitarios: Hormigón H-200 de 20 cm de espesor.
- Cubierta: Placas de panel tipo sándwich con aislante de 5 cm de espesor.
- Medios de auxilio: En caso de que haya un herido dentro del recinto habrá que valorar su gravedad. Si el herido es de considerable envergadura, solamente podrá ser trasladado por personal especializado y en un vehículo especializado; si es un herido de menor envergadura, podrá acudir al centro sanitario por otros medios, siempre y cuando obtenga la aprobación del responsable de la obra.
- En la obra es obligatorio disponer de un botiquín portátil, modelo B (para empresas de entre 5 y 25 trabajadores) con el material necesario para socorrer una urgencia: Desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material será periódicamente revisado.
- En caso de que ocurra un accidente, habrá que sopesar si se puede tratar en la obra con el botiquín, o en caso de mayor gravedad, trasladarlo al hospital de Soria.

## 4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD

Según la legalidad vigente, en el apartado de las disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras, hay que cumplir una serie de requerimientos; mientras que la obra esté en funcionamiento, los operarios deberán disponer de unos vestuarios y unos aseos, para su normal transcurso del trabajo.

Nunca suelen ser edificaciones como tal, sino que se dispone del alquiler de casetas prefabricadas para ello.

- Vestuarios: En un espacio de 2 m<sup>2</sup> por trabajador, se dispondrá de bancos y taquillas, para que las tareas de los obreros sean fructíferas.

- Aseos: Deben estar equipados con duchas, váteres, lavabos (uno por retrete), urinarios en el departamento para hombres, y como elementos menos representativos un secador de manos, una jabonera y un portarrollos (por retrete).

## 5. DETECCIÓN DE RIESGOS Y SUS MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Los riesgos en la obra pueden ser cuantiosos, a continuación se expondrán los más habituales:

- Cortes o golpes en distintas partes del cuerpo.
- Cortes o golpes por objetos de la obra.
- Caída de objeto.
- Desprendimiento de cargas.
- Sobreesfuerzos.
- Electrocuciiones con las distintas instalaciones de las obras.
- Enfermedades o irritaciones por el manejo de ciertos materiales.
- Intoxicación por inhalación de humos o gases.

Las medidas de protección que vamos a emplear, son las siguientes:

- La zona de trabajo estará ordenada y libre de posibles obstáculos.
- Sólo pueden acceder a la obra personas especializadas o que tengan relación con ella.
- En zonas de la obra donde haya riesgos especiales, los servicios de seguridad tienen que estar constantes.
- Cuando las lluvias sean fuertes o los vientos mayores a 50 km/h, se suspenderán las jornadas de trabajo.
- La carga y descarga de todos los materiales se debe llevar a cabo con mucha precaución, para evitar posibles contratiempos.
- Es importante, si se realiza las obras en épocas calurosas, evitar ciertas horas en la que la radiación es mayor.
- No se realizarán trabajos dentro de la zona de máquinas o vehículos.
- Se reducirán, en la medida de lo posible, los trabajos en altura.
- Los trabajadores no pueden estar debajo de las máquinas o cargas suspendidas.
- En zonas donde se puede peligrar el equilibrio o puede que se pueda caer algún trabajador, habrá que poner barandillas.
- Dentro de la obra, los vehículos tendrán que circular a velocidades reducidas.

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra.

- Casco de seguridad homologado.
- Casco de seguridad con barboquejo.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Cinturón portaherramientas.
- Guantes de goma.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Botas de caña alta de goma.
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos.
- Protectores auditivos.

## **6. DISTINTOS RIESGOS**

### **6.1. DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

#### **6.1.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL**

Riesgos más frecuentes

- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto.
- Cortes y heridas con materiales punzantes.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Incendios.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Prevención de los posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales).
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas. Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua.
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera.
- Sólo se utilizarán conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas.
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario.
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m.
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas.
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta Equipos de protección individual (EPI):
- Calzado aislante para electricistas.
- Guantes dieléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.

### 6.1.2. VALLADO DE OBRA

Riesgos más frecuentes:

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra.
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado.

- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación.

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con puntera reforzada.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo reflectante.

## **6.2. DURANTE LAS FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

### **6.2.1. CIMENTACIÓN**

Riesgos más frecuentes:

- Inundaciones o filtraciones de agua.
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera.
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad.
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón.
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras.
- Botas de goma de caña alta para hormigonado.
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

### **6.2.2. ESTRUCTURA**

Riesgos más frecuentes:

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto.
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas.

Equipos de protección individual (EPI):

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón.
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras.
- Botas de goma de caña alta para hormigonado.
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

### **6.2.3. CERRAMIENTOS Y REVESTIMIENTOS EXTERIORES**

Riesgos más frecuentes:

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos.
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento.

Equipos de protección individual (EPI):

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra, con el fin de evitar la intoxicación.

### **6.2.4. CUBIERTAS**

Riesgos más frecuentes:

- Caída de elementos por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes, para evitar los peligros anteriormente definidos.
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano convenientemente homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque.
- Se instalarán unos anclajes en la cumbrera, con la intención de amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad.

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con suela antideslizante.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

### **6.2.5. PARTICIONES**

Riesgos más frecuentes:

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel.
- Exposición a vibraciones y ruido provocados por las acciones propias de este periodo.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Evitar o reducir al máximo los trabajos en altura.
- Utilizar escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Llevar a cabo un acopio de materiales de cubierta en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados deberán protegerse gracias a la colocación de barandillas o redes homologadas.

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Cinturón portaherramientas.
- Guantes de cuero.

- Calzado con puntera reforzada.
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos.
- Protectores auditivos.

### **6.2.6. INSTALACIONES GENERALES**

Riesgos más frecuentes.

- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto.
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas.
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura.
- Incendios y/o explosiones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones tendrá que estar familiarizado con el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor.
- Para el alumbramiento, se utilizarán lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios.
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes aislantes en pruebas de tensión.
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

### **6.3. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES**

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a la legislación vigente en la materia. Quedará totalmente prohibido utilizar andamios o escaleras de mano que no estén normalizados o que no cumplan con la normativa vigente. En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos. A continuación, se procede a describir la relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas.

### **6.3.1. PUNTALES**

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado.
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse.
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados.

### **6.3.2. TORRE DE HORMIGONADO**

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, junto con un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada", para evitar así la intromisión de operarios que no estén familiarizados con el asunto.
- Las torres de hormigonado, deberán permanecer protegidas perimetralmente por barandillas homologadas, con una altura igual o superior a 0,9 m.
- No estará permitida la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición.
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, para lograr una posición más segura y eficaz.

### **6.3.3. ESCALERA DE MANO**

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros.
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la intención, de que estén con la mayor nivelación posible, adecuada para que sean estables y no tengan la posibilidad de moverse, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.
- Los travesaños se dispondrán de manera horizontal y una inclinación de la escalera, que no superará el 75% respecto al plano horizontal.
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños y no en los largueros.
- Queda terminantemente prohibido el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, siempre habrá que hacer uso del cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

#### **6.3.4. VISERA DE PROTECCIÓN**

- La visera de acceso a la obra será construido por personal cualificado, con la suficiente resistencia y estabilidad, evitando así los riesgos que sobrevengan debido al avance de las obras.
- Los soportes de la visera se apoyarán sobre durmientes perfectamente nivelados.
- Se desmontarán de forma rápida e inminente aquellos elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento.

#### **6.3.5. ANDAMIO DE BORRIQUETAS**

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas.
- Como mínimo se dispondrá de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de elementos que no sean de homologación precisa para este fin como son bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos.
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas.
- No se podrá instalar, encima de un andamio de borriquetas para conseguir mayor altura, otro, también formado por borriquetas, por tener un peligro manifiesto de desplome.

#### **6.3.6. PLATAFORMA DE DESCARGA**

- Se utilizarán plataformas homologadas, no admitiéndose su construcción "in situ".
- Las características resistentes de la plataforma serán adecuadas a las cargas a soportar, para saberlo, existirá un cartel indicativo de la carga máxima de la plataforma.
- Cuando no esté en uso, se dispondrá un mecanismo de protección frontal en el lado de descarga, para evitar así posibles daños.
- La superficie de la plataforma estará compuesta de un material antideslizante homologado para tal fin.
- Se conservará en perfecto estado de mantenimiento, realizándose inspecciones en la fase de instalación y cada 6 meses.

#### **6.3.7. PLATAFORMA SUSPENDIDA**

- Antes de comenzar la intervención en la obra de este elemento, se llevará a cabo una inspección, con especial hincapié en los cables que conforman los mecanismos de elevación, a los pescantes y a los puntos de amarre.

- Se verificará que la separación entre el paramento vertical de trabajo y la cara del andamio es inferior a 0,3 m, y que las pasarelas permanecen niveladas.
- Queda terminantemente prohibido el uso de las pasarelas de tablonés entre las plataformas de los andamios colgantes, por motivos claros de seguridad.
- Se utilizará el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída, asegurándolo a la línea de vida independiente.
- No se realizarán trabajos en la vertical de la plataforma de andamios colgantes.

## **6.4. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS**

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la correspondiente reducción de riesgos producidos por la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en función de los criterios que se describen a continuación.

a) Será de carácter obligatorio que las máquinas y las herramientas utilizadas en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados, por una parte los riesgos que entrañan para los trabajadores y por otro lado los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.

b) La reglamentación específica es muy importante en este tipo de servicios dentro de una obra, por ello, no se aceptarán aquellas máquinas o servicios que no tengan a punto toda la reglamentación específica. Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

### **6.4.1. PALA CARGADORA**

- Las tareas de mantenimiento se harán con la pala siempre apoyada en el suelo, con el motor apagado, y con el freno de estacionamiento puesto. Además, también es necesario que la máquina se encuentre totalmente bloqueada y así, evitar incidentes de todo tipo.
- La cuchara no se podrá utilizar como medio de transporte o como grúa para instalaciones u obras altas.
- La extracción de tierras tendrá que efectuarse en tal posición, de modo que la máquina quede de frente a la pendiente.
- Para garantizar la estabilidad de la pala, el transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible.

### **6.4.2. RETROEXCAVADORA**

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.

- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se llevarán a cabo con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha para evitar contratiempos innecesarios.
- La cuchara podrá cambiarse de posición en estos trayectos, pero será cuando haya inclinación, disponiendo la cuchara en el lado que tenga mayor altura, para evitar que se venza la máquina.
- Dentro del radio que abarque la máquina, estará terminantemente prohibido efectuar trabajos.

#### **6.4.3. CAMIÓN DE CAJA BASCULANTE**

- Para evitar daños o contratiempos, las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Se comprobará que el freno de mano está activado en los siguientes momentos de funcionamiento; antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga.
- No se circulará con la caja izada después de la descarga, para ello, el conductor tendrá que retomarla a su forma inicial.

#### **6.4.4. CAMIÓN PARA TRANSPORTE**

- Para evitar daños o contratiempos, las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Las cargas irán repartidas de la manera más uniformemente posible en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona.
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas.

#### **6.4.5. GRÚA TORRE**

- El operador de la grúa estará en posesión de un carnet vigente, expedido por el órgano competente.
- Antes de comenzar los trabajos, la grúa deberá pasar unas revisiones pertinentes que justifiquen que todos los componentes de la máquina está en un buen estado; una vez se haya llevado a cabo esta documentación, debe quedar debidamente documentada.
- Los bloques de lastre y los contrapesos tendrán el tamaño, características y peso específico indicados por el fabricante, que deben ser consecuentes con la carga que se vaya a tratar.

- Para acceder a la parte superior de la grúa, la torre tendrá una escalera metálica sujeta a la estructura de la torre y protegida con anillos de seguridad, además de un cable fijador donde poder amarrar el cinturón de seguridad de los operarios.
- La grúa estará dotada de dispositivos limitadores de los siguientes elementos:
  - Momento.
  - Carga máxima.
  - Recorrido de altura del gancho.
  - Traslación del carro.
  - Número de giros de la torre.
- Solamente personas convenientemente autorizadas, tendrán acceso a la botonera, al cuadro eléctrico y a la estructura de la grúa.
- El operador de la grúa se situará en un lugar seguro, donde pueda ver de forma continua la carga que está manipulando. Si en algún punto del recorrido la carga puede salir de su campo de visión, necesitará la ayuda de un señalista.
- La persona encargada de guiar la grúa, no podrá trabajar en las proximidades de los bordes de forjados o de la excavación y en caso de que fuera necesario, obligatoriamente dispondrá de un cinturón de seguridad amarrado a un punto fijo, independiente a la grúa.
- Finalizada la jornada de trabajo, se izará el gancho, sin cargas, a la altura máxima y se dejará lo más próximo posible a la torre, dejando la grúa en posición de veleta y desconectando la corriente eléctrica.

#### **6.4.6. CAMIÓN GRÚA**

- El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros.
- Es importante que se ciña a no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.
- La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y extintor timbrado y revisado.
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso, para advertir a los operarios.
- Se comprobará que el freno de mano está activado en las siguientes ocasiones; antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación.
- La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, pues un movimiento brusco en una máquina tan grande y pesada, puede provocar la pérdida de estabilidad de la carga.

#### **6.4.7. MONTACARGAS**

- El montacargas será examinado y probado antes de su puesta en servicio, quedando este acto debidamente documentado.

- Se realizará una inspección diaria de los cables, los frenos, los dispositivos eléctricos y las puertas de acceso al montacargas.
- Queda terminantemente prohibido el acopio de materiales en las proximidades de los accesos a la plataforma, además de asomarse al hueco del montacargas y posicionarse sobre la plataforma para retirar la carga.
- El cuadro de maniobra se colocará a una distancia mínima de 3 m de la base del montacargas y permanecerá cerrado con llave.
- Se instalarán topes de fin de recorrido en la parte superior del montacargas. Además, la plataforma estará dotada de un dispositivo limitador de carga, indicándose mediante un cartel la carga máxima admisible en la plataforma, que no podrá ser superada.
- Toda la carga se repartirá de manera uniforme sobre toda la plataforma, sin sobresalir en ningún caso por los laterales de la misma. • Queda prohibido el transportar a personas y el usar las plataformas como andamios para efectuar cualquier trabajo.
- La parte inferior de la plataforma dispondrá de una barra antiobstáculos, que provocará la parada del montacargas ante la presencia de cualquier obstáculo.
- En caso de que se produzca una rotura en el cable de suspensión, la máquina, tendrá un dispositivo paracaídas, para evitar daños y catástrofes.
- Ante la posible caída de objetos de niveles superiores, se colocará una cubierta resistente sobre la plataforma y sobre el acceso a la misma en planta baja.
- Los huecos de acceso a las plantas estarán protegidos gracias a enrejados, que irán asociados a dispositivos electromecánicos que impedirán su apertura si la plataforma no se encuentra en la misma planta y el desplazamiento de la plataforma si no están todas cerradas.

#### **6.4.8. HORMIGONERA**

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por el correspondiente personal especializado y autorizado para desempeñar esta tarea; pero antes de esto, es necesario llevar a cabo la tarea de desconexión de la energía eléctrica.
- Solo personas autorizadas tendrán la capacidad de utilizarla.
- Para evitar que el bombo bascule en un momento impropio, este dispondrá de un freno.
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial.
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas, gracias a unas carcasas conectadas a tierra.
- Estas no se podrán instalar en lugares que disten menos de 3 metros de los bordes de la excavación o de los bordes de los distintos forjados que tienen lugar en la explotación.

#### **6.4.9. VIBRADOR**

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso.
- La estanqueidad y el aislamiento en los cables, tanto de la alimentación como de la conexión al transformador, deben ser idóneas para un perfecto funcionamiento.
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios.
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables.
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables.
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará 2,5 m/s<sup>2</sup>, siendo el valor límite de 5 m/s<sup>2</sup>.

#### **6.4.10. MARTILLO PICADOR**

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal.
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha.
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras.
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.

#### **6.4.11. MAQUINILLO**

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada, formada en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios.
- Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas.
- Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma.
- Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante.
- Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar.
- Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo.
- Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total.

- El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante.
- El arriostamiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena o de otro material, que no tenga la capacidad o la homologación de funcionar como tal.
- Se realizará obligatoriamente el mantenimiento previsto por el fabricante.

#### **6.4.12. SIERRA CIRCULAR**

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra, además de para el corte de materiales cerámicos o pétreos, pero empleando discos abrasivos, al igual que para elementos de madera se utilizarán discos de sierra.
- Para actuar en caso de que se dé una situación de riesgo, deberá existir un interruptor de parada al instante, cerca de donde está la zona de mando.
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín o virutas, para evitar posibles incendios.
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo.
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

#### **6.4.13. SIERRA CIRCULAR DE MESA**

- Solamente podrá ser utilizada por personal que sepa manejarla debidamente, para evitar así daños. Esta persona, estará debidamente formada en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Esta herramienta, deberá estar dispuesta en un lugar debidamente acondicionado y apropiado; sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, siempre que no tengan las protecciones pertinentes, que suelen consistir en redes, barandillas etc.
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, como son los protectores auditivos.
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco, que es el alma de la máquina y lo más peligroso.
- La parte superior de la sierra tendrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, salvo por el único punto necesario para introducir el elemento que se va a cortar.
- La mano nunca quedará expuesta al disco de la sierra, puesto que afortunadamente la máquina cuenta con sistema de empuje, que irá guiando la

pieza por la sierra, sin necesidad de que exista un contacto directo entre la mano y el objeto a modelar.

- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, verificado gracias a comprobaciones periódicas que verifiquen que el cableado, las clavijas y la toma de tierra están en perfectas condiciones.
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos que puedan saltar o incluso mellar el disco.
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo.

#### **6.4.14. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO**

- El estado del disco es una fase de prevención muy importante, pues habrá que comprobar que este se encuentre en perfectas condiciones, antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o resquebrajado habrá que cambiarlo obligatoriamente, por muy pequeña que sea su raja o su fisura.
- La protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento.
- No se presionará contra el disco la pieza a cortar, para evitar el bloqueo.

#### **6.4.15. EQUIPO DE SOLDADURA**

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura, para evitar que, en caso de que salte una chispa, se pueda producir un incendio.
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte.
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible.
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada.
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.

#### **6.4.16. HERRAMIENTAS MANUALES DIVERSAS**

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares, que puedan poner en peligro la integridad del operario.
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra.

- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con todos los elementos intactos, como son los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido que establece la legislación vigente en materia de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, como es el empleo de protectores auditivos.

## **7. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES**

Durante la ejecución de la obra, se pueden crear o pueden aparecer numerosos problemas de distinta índole. Por ello, en los siguientes apartados se intentan describir las posibles medidas preventivas para evitar o en su caso, reducir, aquellos riesgos que puedan sobrevenir en la construcción de una obra, en el caso que nos ocupa, de una nave de cogeneración con biomasa para la optimización de la producción en invernadero hortícola.

### **7.1. CAÍDAS AL MISMO NIVEL**

La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada. Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

### **7.2. CAÍDAS A DISTINTO NIVEL**

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas. Además de esta medida preventiva, se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.
- Las escaleras de acceso quedarán bien sujetas.

### **7.3. POLVO Y PARTÍCULAS**

- Es aconsejable regar periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo.

- Para los trabajos en los cuales se genere una cantidad de polvo importante, es necesario el uso de gafas o mascarillas para así evitar una posible intoxicación.

## **7.4. RUIDO**

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

## **7.5. ESFUERZOS**

Se evitarán:

- Desplazamientos manuales de cargas pesadas y en caso de que se tenga que llevar a cabo una carga manual, limitar su peso lo máximo posible.
- Sobreesfuerzos o esfuerzos repetitivos.
- Posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

## **7.6. INCENDIOS**

No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

## **7.7. INTOXICACIÓN POR EMANACIONES**

- La ventilación en los locales y las zonas de trabajo será muy importante, para que no sobrevenga una intoxicación a los operarios que estén trabajo en esas instalaciones.
- Aún con lo indicado anteriormente, se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

# **8. RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE**

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). Esto no quiere decir que no se puedan abordar este tipo de problemas, pues pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

## 8.1. CAÍDA DE OBJETOS

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes y botas de seguridad.
- Uso de bolsa portaherramientas.

## 8.2. DERMATOSIS

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

## 8.3. ELECTROCUCIONES

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad.

## 8.4. QUEMADURAS

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes, polainas y mandiles de cuero.

## **8.5. GOLPES Y CORTES EN EXTREMIDADES**

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y botas de seguridad.

# **9. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO**

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

## **9.1. TRABAJOS EN CERRAMIENTOS EXTERIORES Y CUBIERTAS**

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud. Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección, con altura en la primera planta, para proteger lo que pueda haber abajo.

## **9.2. TRABAJOS EN INSTALACIONES**

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado y con cierta experiencia, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia. Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

## **9.3. TRABAJOS CON PINTURAS Y BARNICES**

La ventilación en este tipo de trabajos es muy importante, ya que algunos, si se inhalar, pueden ser tóxicos. Además se tendrán que utilizar los materiales protectores pertinentes.

# **10. 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. Normalmente se pueden manifestar en:

- 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.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

## **11. 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 en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando sea más grave, el propio traslado al centro médico de la persona afectada para que le traten el problema o problemas que haya tenido.

## **12. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA**

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia. A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

La vigilancia como tal, también se encarga de comprobar la eficacia de las actividades que están previstas en materia de prevención de este Plan, además de estudiar si realmente se adecúan a las exigencias que los riesgos marcan.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

## 13. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES

### 13.1. SEGURIDAD Y SALUD

#### LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 10 de noviembre de 1995. Completada por:

- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 24 de mayo de 1997. Modificada por:
- Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social. Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado. Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995. B.O.E.: 31 de diciembre de 1998. Completada por:
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 24 de febrero de 1999. Completada por:
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 2001. Completada por:
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 21 de junio de 2001. Completada por:
- Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 18 de junio de 2003. Modificada por:
- Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 13 de diciembre de 2003. Desarrollada por:
- Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales. Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 31 de enero de 2004. Completada por:
- Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 5 de noviembre de 2005. Completada por:

- Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de marzo de 2006. Completada por:
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006. Modificada por:
- Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 23 de diciembre de 2009.

Reglamento de los Servicios de Prevención. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 31 de enero de 1997. Completado por:

- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 24 de mayo de 1997. Modificado por:
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención. Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 1 de mayo de 1998. Completado por:
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 2001. Completado por:
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 21 de junio de 2001. Completado por:
- Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 5 de noviembre de 2005. Completado por:
- Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de marzo de 2006. Completado por:
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006. Modificado por:
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 29 de mayo de 2006. Modificado por:
- Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración. B.O.E.: 23 de marzo de 2010. Modificado por:

- Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 4 de julio de 2015.

Seguridad y Salud en los lugares de trabajo. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997.

Manipulación de cargas. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997. Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 24 de mayo de 1997. Modificado por:

- Modificación del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos. Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 5 de abril de 2003. Completado por:
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006. Modificado por:
- Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 4 de julio de 2015.

Utilización de equipos de trabajo. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 7 de agosto de 1997. Modificado por:

- Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en

altura. Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de noviembre de 2004.

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 25 de octubre de 1997. Completado por:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006. Modificado por:
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 29 de mayo de 2006. Modificado por:
- Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997. B.O.E.: 25 de agosto de 2007. Corrección de errores. B.O.E.: 12 de septiembre de 2007.

Soria, 20 de junio de 2022

Fdo:

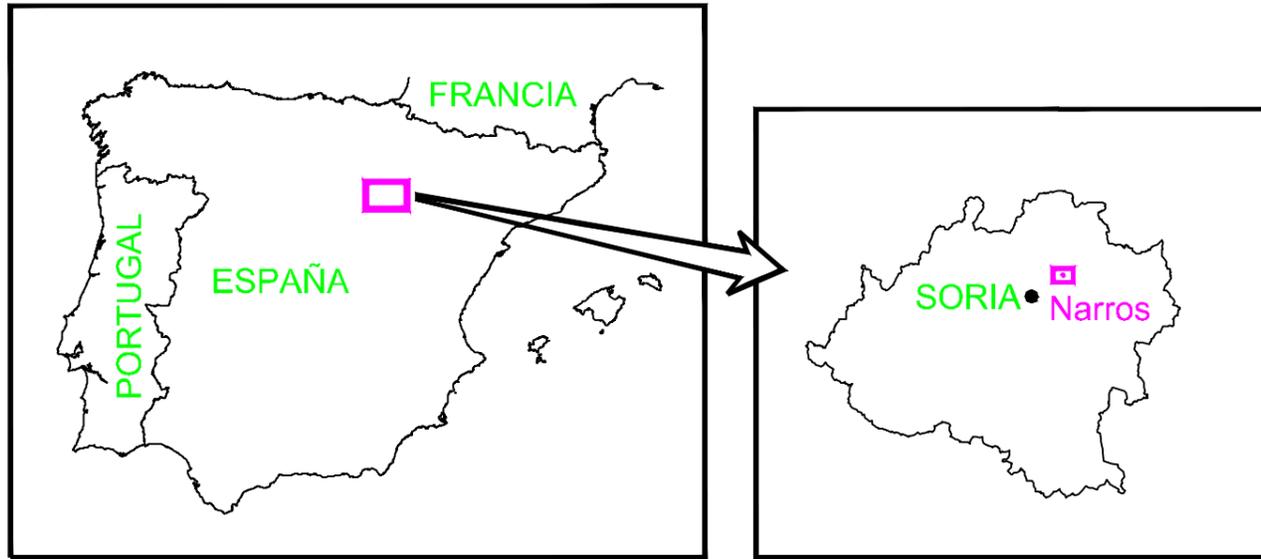
Alumno: Alonso Sanz Tejedor



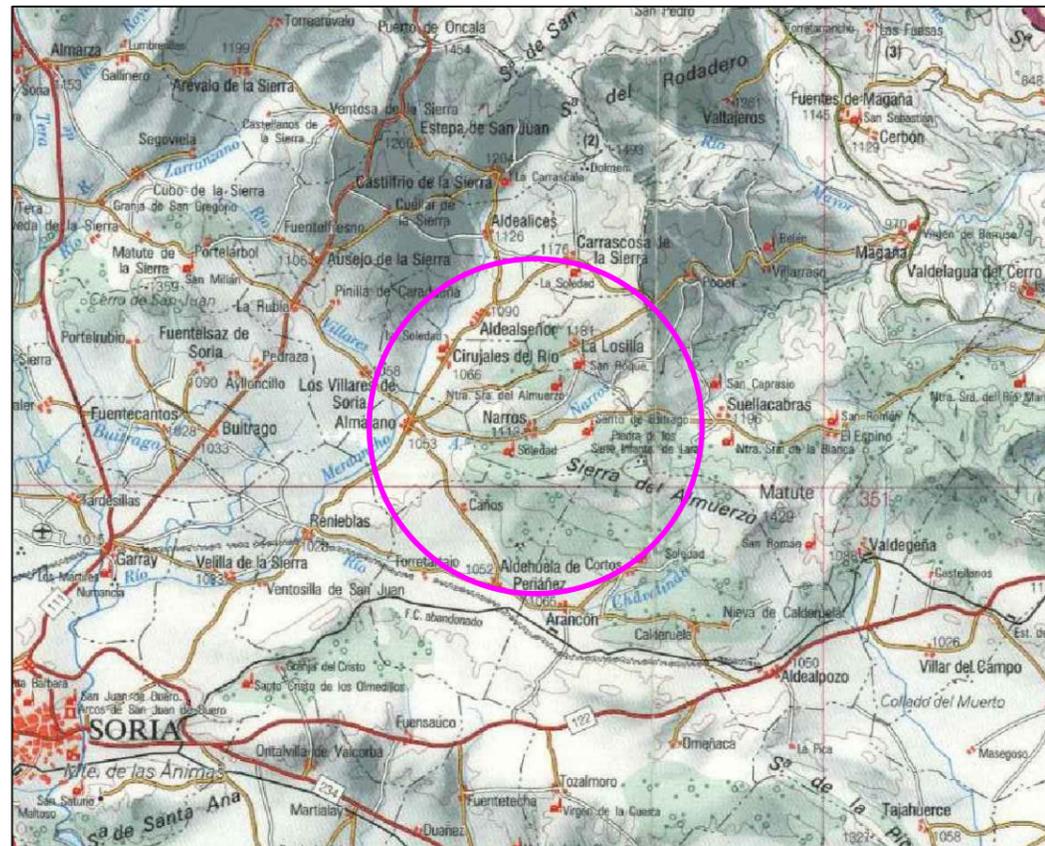
# **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

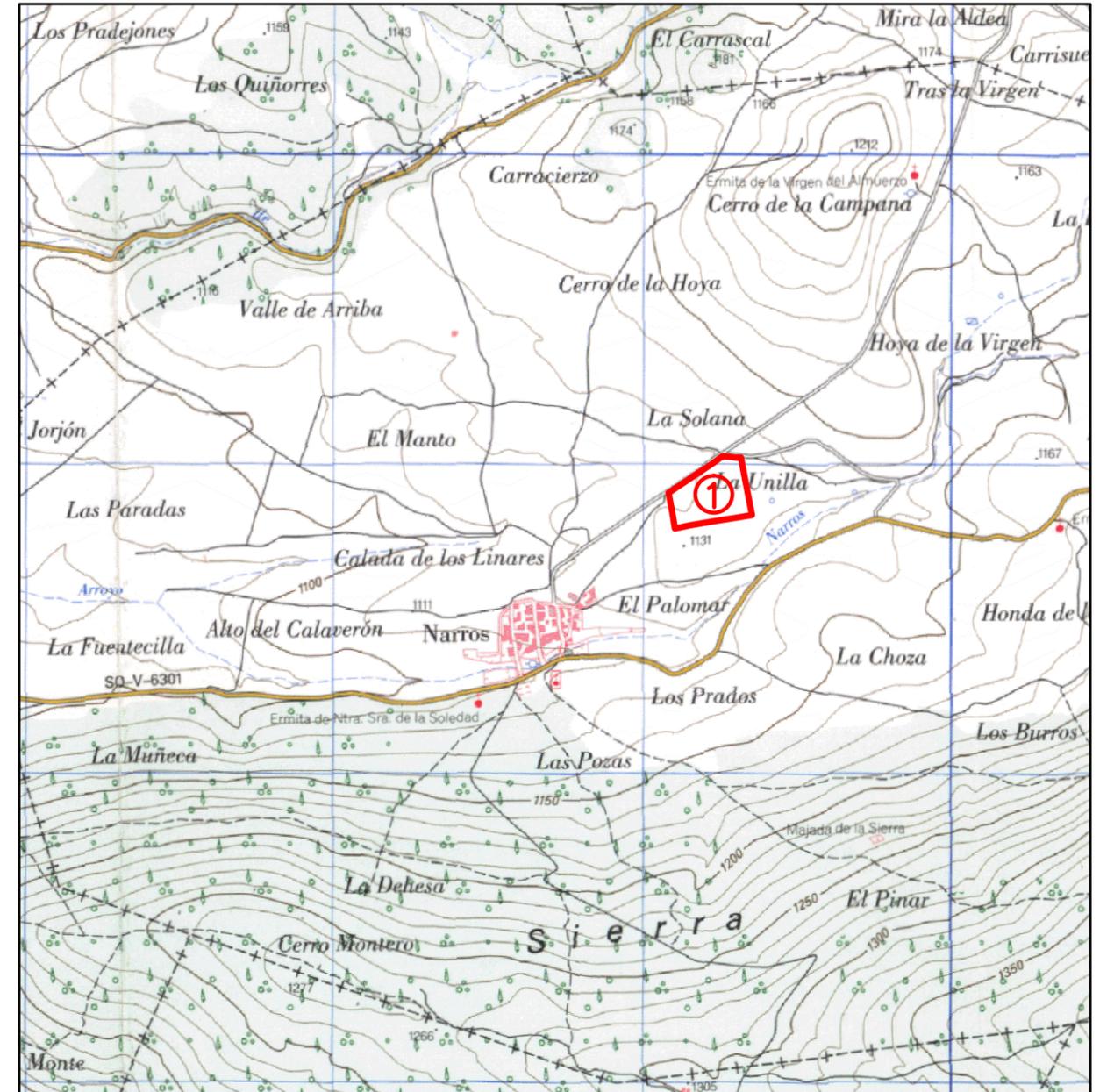
- PLANO Nº 1: SITUACIÓN
- PLANO Nº 2: EMPLAZAMIENTO DE LA PARCELA
- PLANO Nº 3: EMPLAZAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES
- PLANO Nº 4.1: PLANTA DE CIMENTACIÓN
- PLANO Nº 4.2: DETALLES DE CIMENTACIÓN
- PLANO Nº 5: PLANTA DE PILARES
- PLANO Nº 6: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
- PLANO Nº 7: PLANTA DE CUBIERTA
- PLANO Nº 8: SECCIONES
- PLANO Nº 9: ALZADOS
- PLANO Nº 10: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO
- PLANO Nº 11: INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
- PLANO Nº 12: INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- PLANO Nº 13: INSTALACIÓN DE LA CALEFACCIÓN



SITUACION E: 1:200000

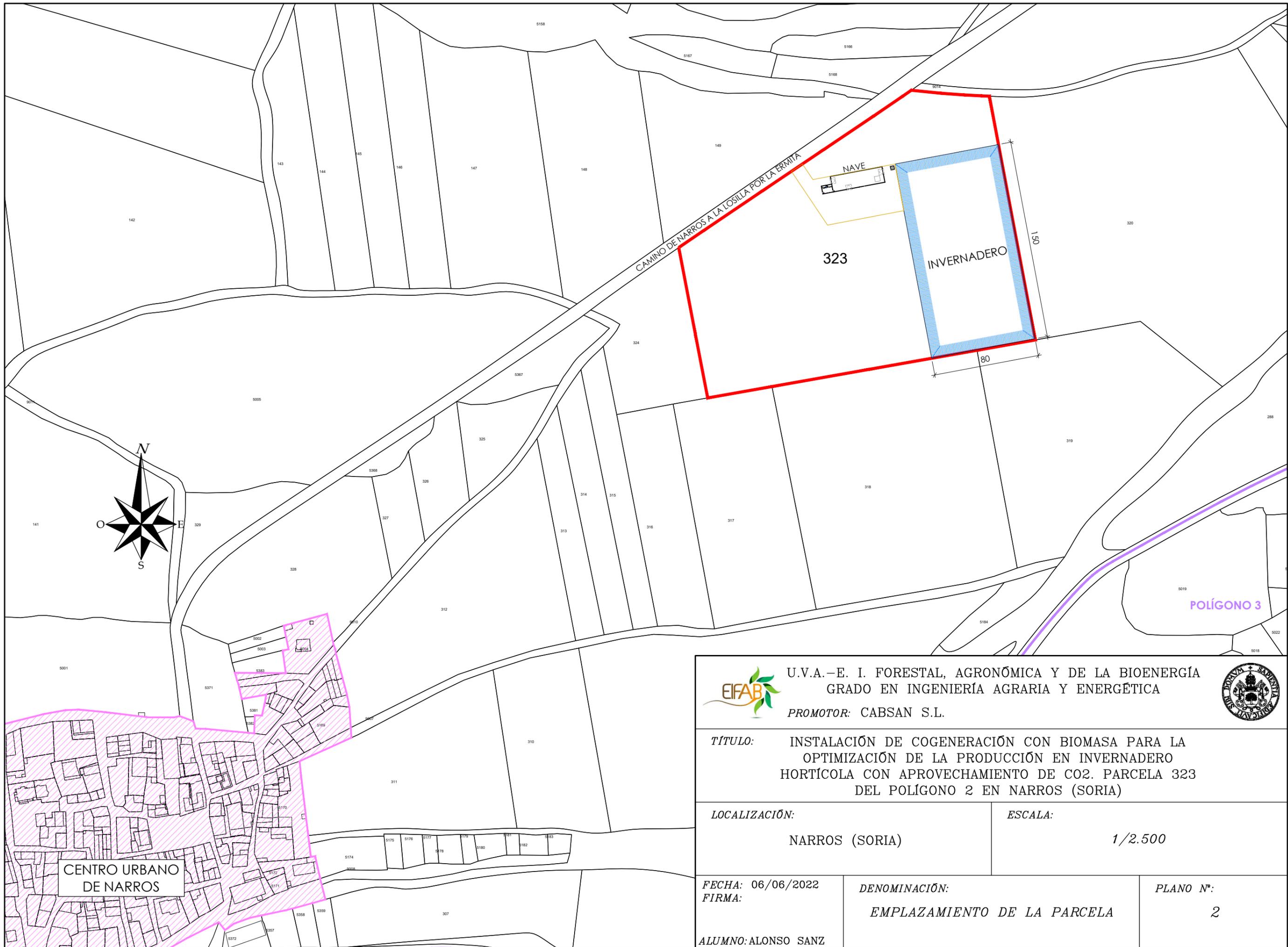


SITUACIÓN IGN E: 1:200000

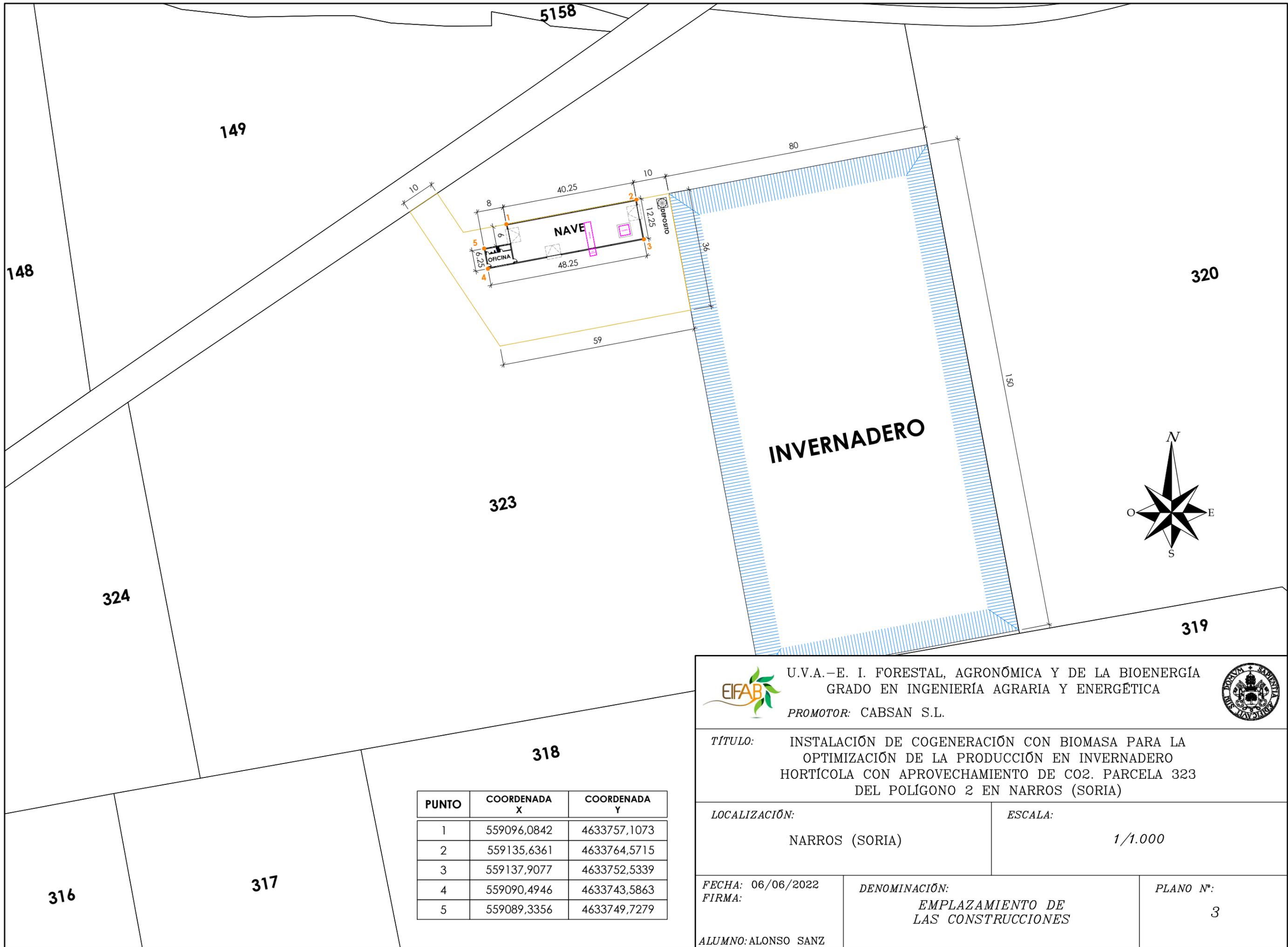


① PARCELA N° 323, POLÍGONO N° 2

|                                                                                                                                                                                                                 |                                   |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: CABSAN S.L. |                                   |  |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO <sub>2</sub> . PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)     |                                   |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>NARROS (SORIA)                                                                                                                                                                          |                                   | <b>ESCALA:</b><br>EN PLANO                                                            |
| <b>FECHA:</b> 10/12/2021<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                       | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>SITUACIÓN | <b>PLANO N°:</b><br>1                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> ALONSO SANZ                                                                                                                                                                                      |                                   |                                                                                       |



|                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: CABSAN S.L. |                                                     |  |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO2. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)                  |                                                     |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>NARROS (SORIA)                                                                                                                                                                          |                                                     | <b>ESCALA:</b><br>1/2.500                                                             |
| <b>FECHA:</b> 06/06/2022<br><b>FIRMA:</b><br>ALUMNO: ALONSO SANZ                                                                                                                                                | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>EMPLAZAMIENTO DE LA PARCELA | <b>PLANO Nº:</b><br>2                                                                 |

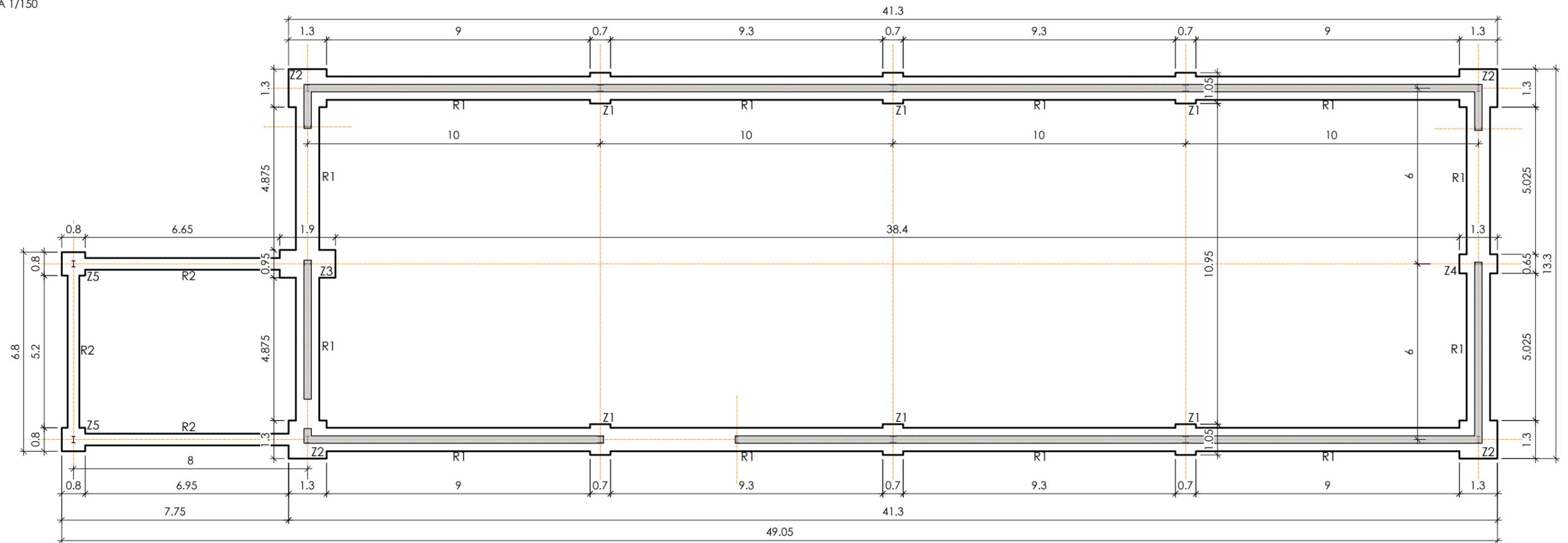


| PUNTO | COORDENADA X | COORDENADA Y |
|-------|--------------|--------------|
| 1     | 559096,0842  | 4633757,1073 |
| 2     | 559135,6361  | 4633764,5715 |
| 3     | 559137,9077  | 4633752,5339 |
| 4     | 559090,4946  | 4633743,5863 |
| 5     | 559089,3356  | 4633749,7279 |

|                                                                                                                                                                                                                 |                                                             |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: CABSAN S.L. |                                                             |  |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO2. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)                  |                                                             |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>NARROS (SORIA)                                                                                                                                                                          |                                                             | <b>ESCALA:</b><br>1/1.000                                                             |
| <b>FECHA:</b> 06/06/2022<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                       | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>EMPLAZAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES | <b>PLANO Nº:</b><br>3                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> ALONSO SANZ                                                                                                                                                                                      |                                                             |                                                                                       |

# PLANTA DE CIMENTACIÓN

ESCALA 1/150



## CUADRO DE ZAPATAS

| ZAPATAS | UDS | TIPO     | AxB (cm) | H (cm) | n1 | n2 | Ø mm |
|---------|-----|----------|----------|--------|----|----|------|
| Z1      | 6   | CENTRADA | 70x105   | 70     | 4  | 5  | 16   |
| Z2      | 4   | CENTRADA | 130x130  | 50     | 7  | 7  | 16   |
| Z3      | 1   | CENTRADA | 190x95   | 50     | 9  | 5  | 16   |
| Z4      | 1   | CENTRADA | 130x65   | 50     | 7  | 4  | 16   |
| Z5      | 2   | CENTRADA | 80x80    | 50     | 5  | 5  | 16   |

## CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN EHE

| REFERENCIA                                                           | LOCALIZACION          | ESPECIF. RESISTENTE<br>Art. 9 y 26 EH | 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               |                                       |                         |                   |                |                |
| ACERO DE ARMADURAS                                                   | VIGAS                 |                                       |                         |                   |                |                |
|                                                                      | LOSAS Y FORJADOS      | A-42-b                                |                         |                   |                |                |
|                                                                      | IGUAL EN TODA LA OBRA | B-500-S                               | NORMAL                  |                   | 1.15           |                |
| EJECUCION                                                            | CIMENTACION Y MUROS   |                                       |                         |                   |                |                |
|                                                                      | PILARES               |                                       | NORMAL                  |                   |                | 1.60           |
|                                                                      | VIGAS                 |                                       |                         |                   |                |                |
| OBSERVACIONES :                                                      |                       |                                       |                         |                   |                |                |
| - 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: CABSAN S.L.

**TÍTULO:** INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)

**LOCALIZACIÓN:**  
NARROS (SORIA)

**ESCALA:**  
1/150

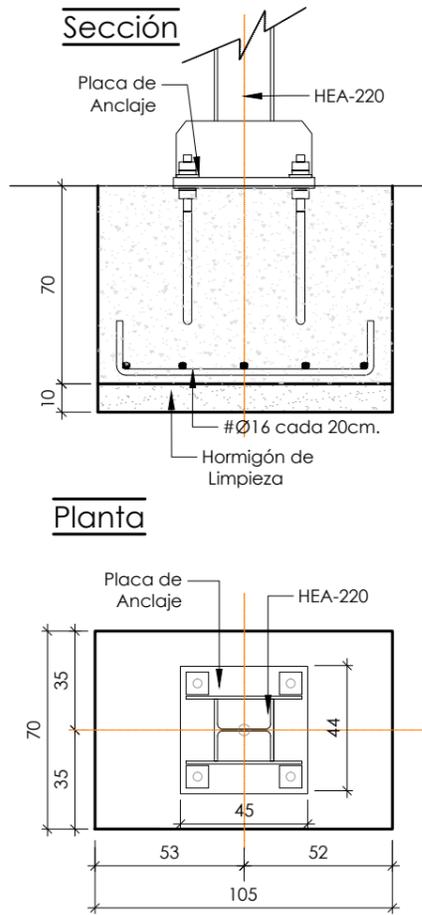
**FECHA:** 06/06/2022  
**FIRMA:**

**DENOMINACIÓN:**  
PLANTA DE CIMENTACIÓN

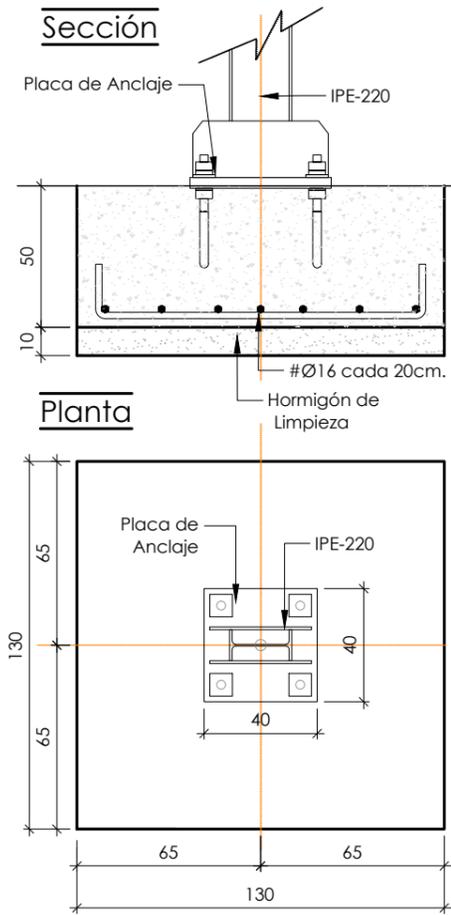
**PLANO Nº:**  
4.1

ALUMNO: ALONSO SANZ

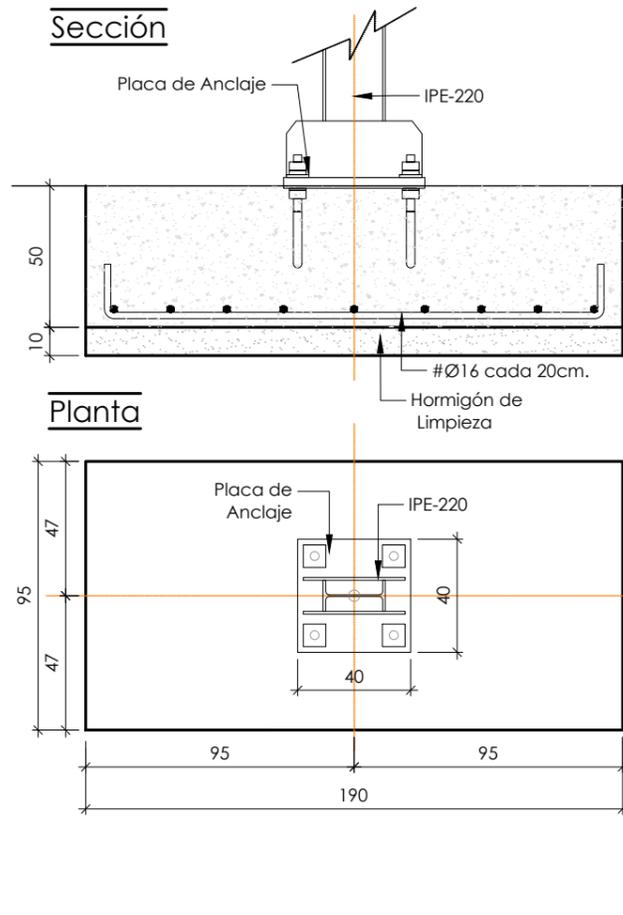
DETALLE ZAPATA "Z1" Escala 1/25  
105X70X70 Cotas en cm



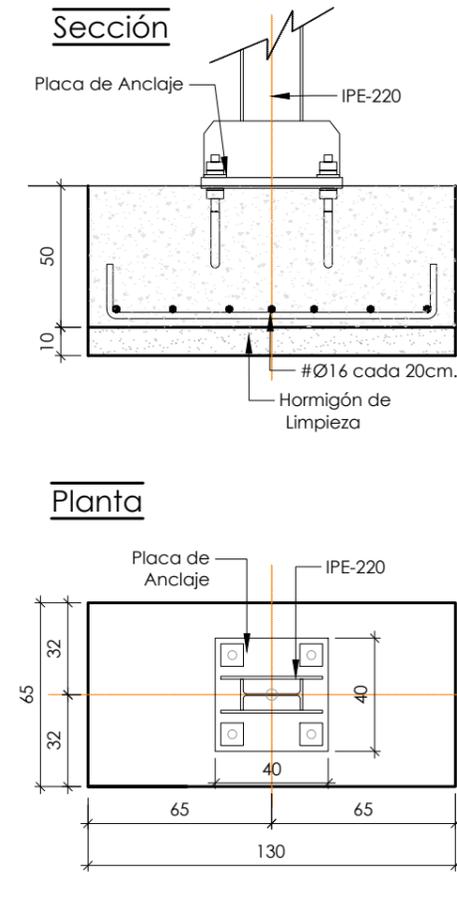
DETALLE ZAPATA "Z2" Escala 1/25  
130X130X50 Cotas en cm



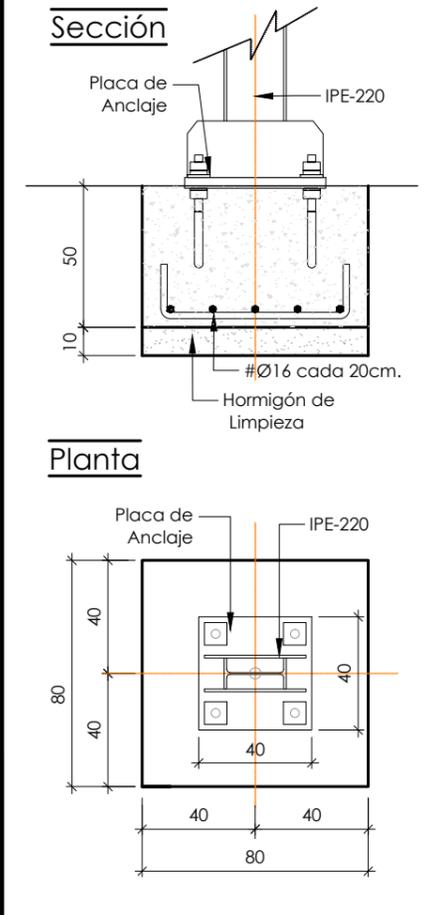
DETALLE ZAPATA "Z3" Escala 1/25  
190X95X50 Cotas en cm



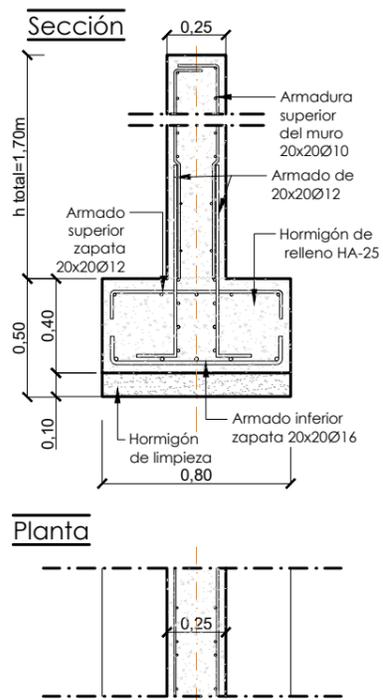
DETALLE ZAPATA "Z4" Escala 1/25  
130X95X50 Cotas en cm



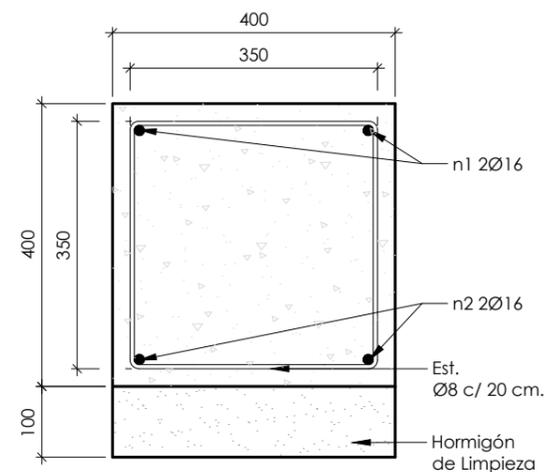
DETALLE ZAPATA "Z5" Escala 1/25  
80X80X50 Cotas en cm



ZAPATA CORRIDA "R1" Escala 1:30  
Cotas en m



DETALLE CIMENTACIÓN "R2" Escala 1/10  
400x400 Cotas en mm

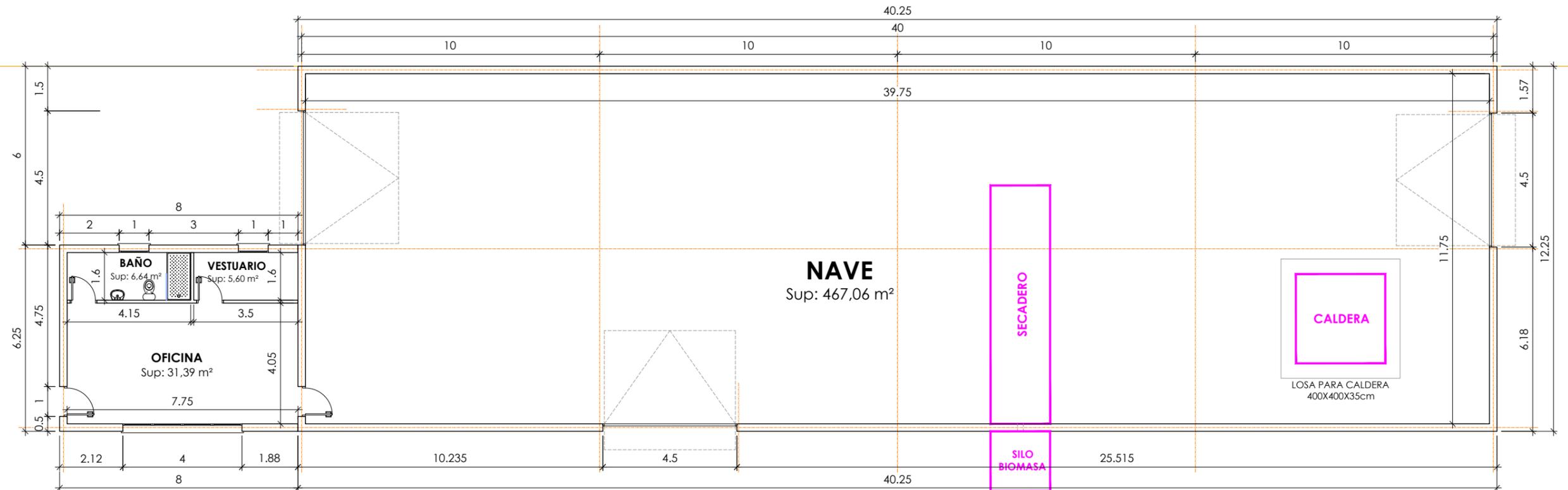


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: CABSAN S.L.  |                                                 |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO2. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)                                                                                                        |                                                 |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>NARROS (SORIA)                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>ESCALA:</b><br>1/25 - 1/30 - 1/10            |
| <b>FECHA:</b> 06/06/2022<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>DETALLES DE CIMENTACIÓN |
| <b>ALUMNO:</b> ALONSO SANZ                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>PLANO Nº:</b><br>4.2                         |



# PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/150



## CUADRO DE SUPERFICIES:

### SUPERFICIES ÚTILES:

- Superficie útil de la Nave.....467,06 m<sup>2</sup>
- Superficie útil de Oficina.....43,63 m<sup>2</sup>
- Baño.....6,64 m<sup>2</sup>
- Archivo.....5,60 m<sup>2</sup>
- Vestuario.....31,39 m<sup>2</sup>

### SUPERFICIES CONSTRUIDAS:

- Superficie Construida de la Nave .....493,06 m<sup>2</sup>
- Superficie Construida de Oficina.....50,00 m<sup>2</sup>



U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: CABSAN S.L.

**TÍTULO:** INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)

**LOCALIZACIÓN:**  
NARROS (SORIA)

**ESCALA:**  
1/150

**FECHA:** 06/06/2022  
**FIRMA:**

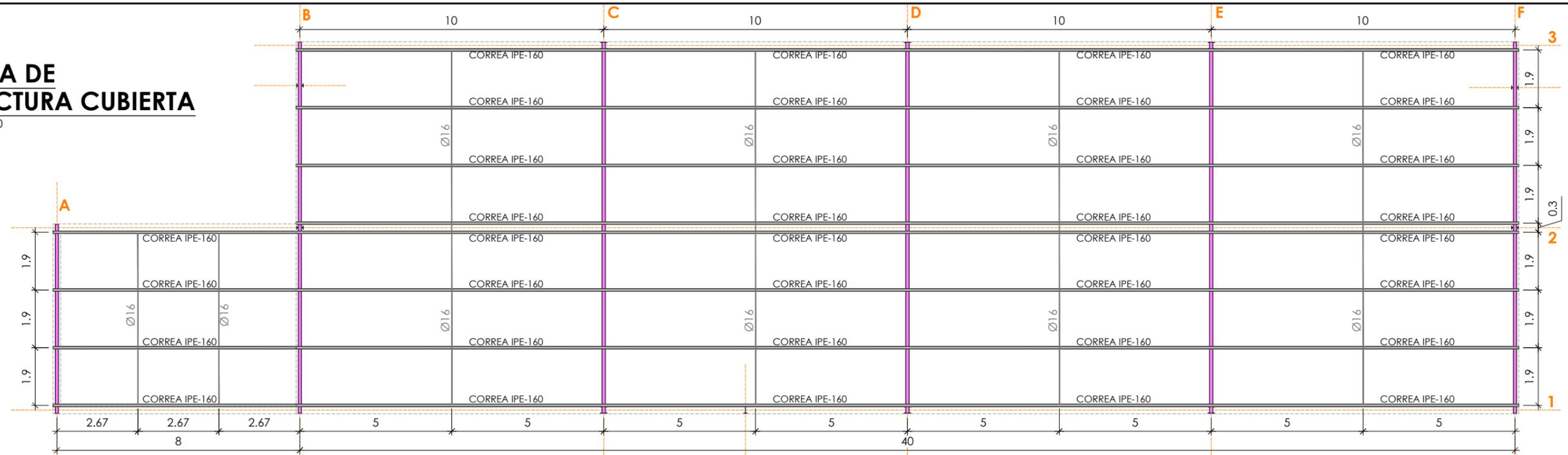
**DENOMINACIÓN:**  
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

**PLANO Nº:**  
6

ALUMNO: ALONSO SANZ

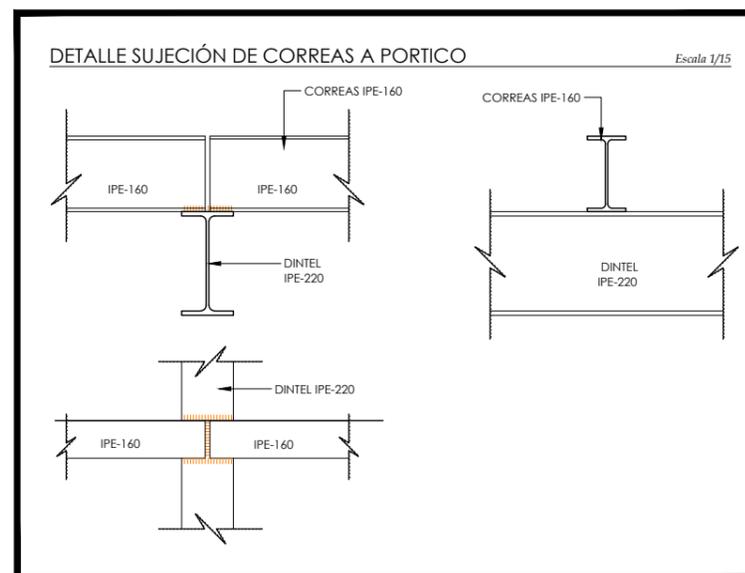
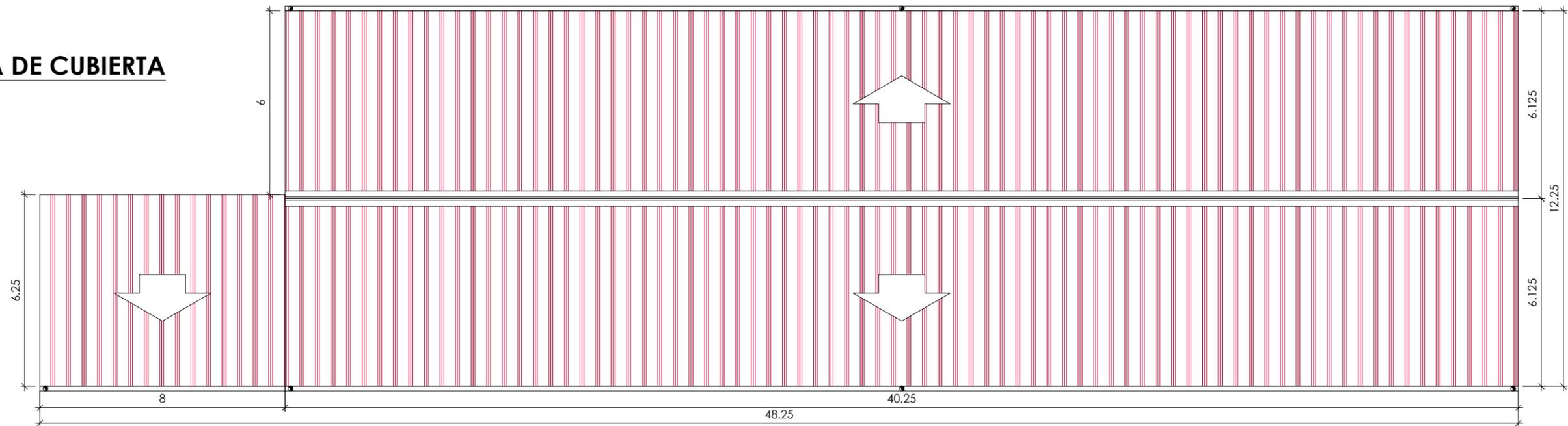
# PLANTA DE ESTRUCTURA CUBIERTA

ESCALA 1/150



# PLANTA DE CUBIERTA

ESCALA 1/150



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: CABSAN S.L.

**TÍTULO:** INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)

**LOCALIZACIÓN:**  
NARROS (SORIA)

**ESCALA:**  
1/150 - 1/15

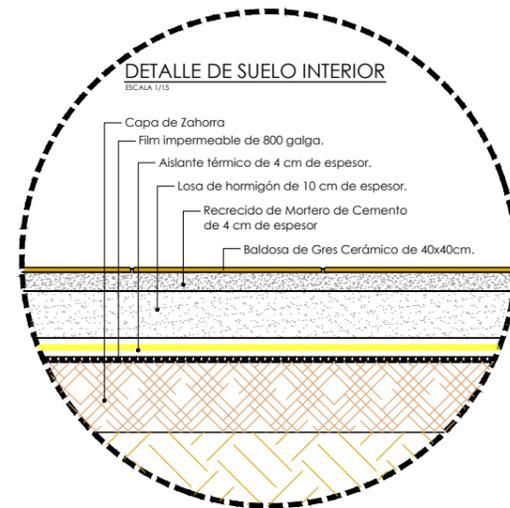
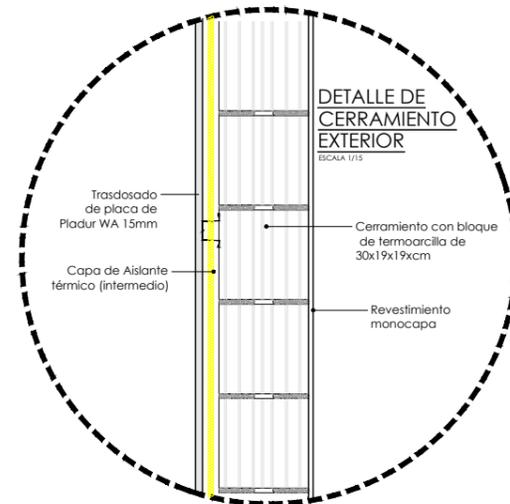
**FECHA:** 06/06/2022  
**FIRMA:**

**DENOMINACIÓN:**  
PLANTA DE CUBIERTA

**PLANO Nº:**  
7

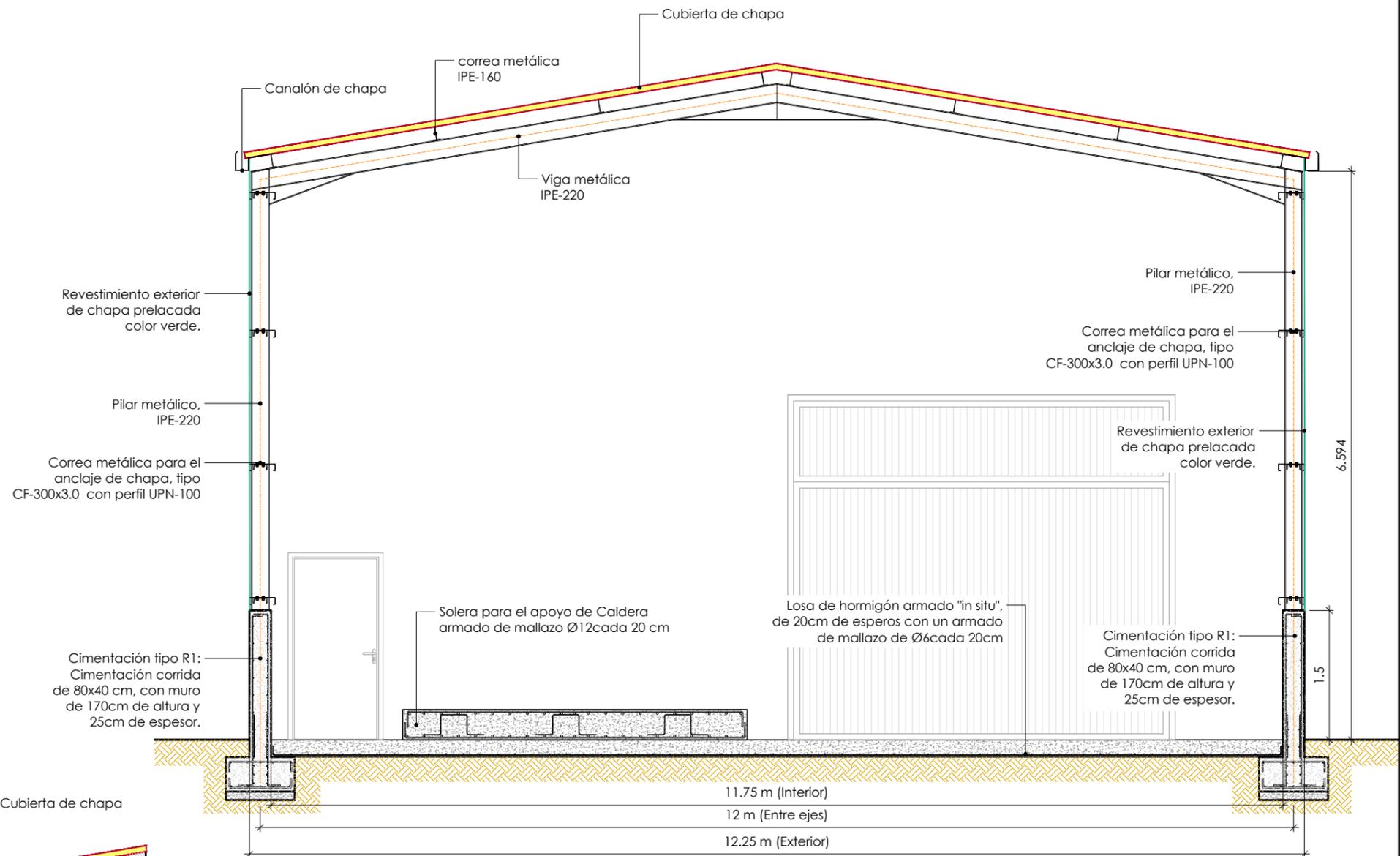
ALUMNO: ALONSO SANZ

## DETALLES DE OFICINA:



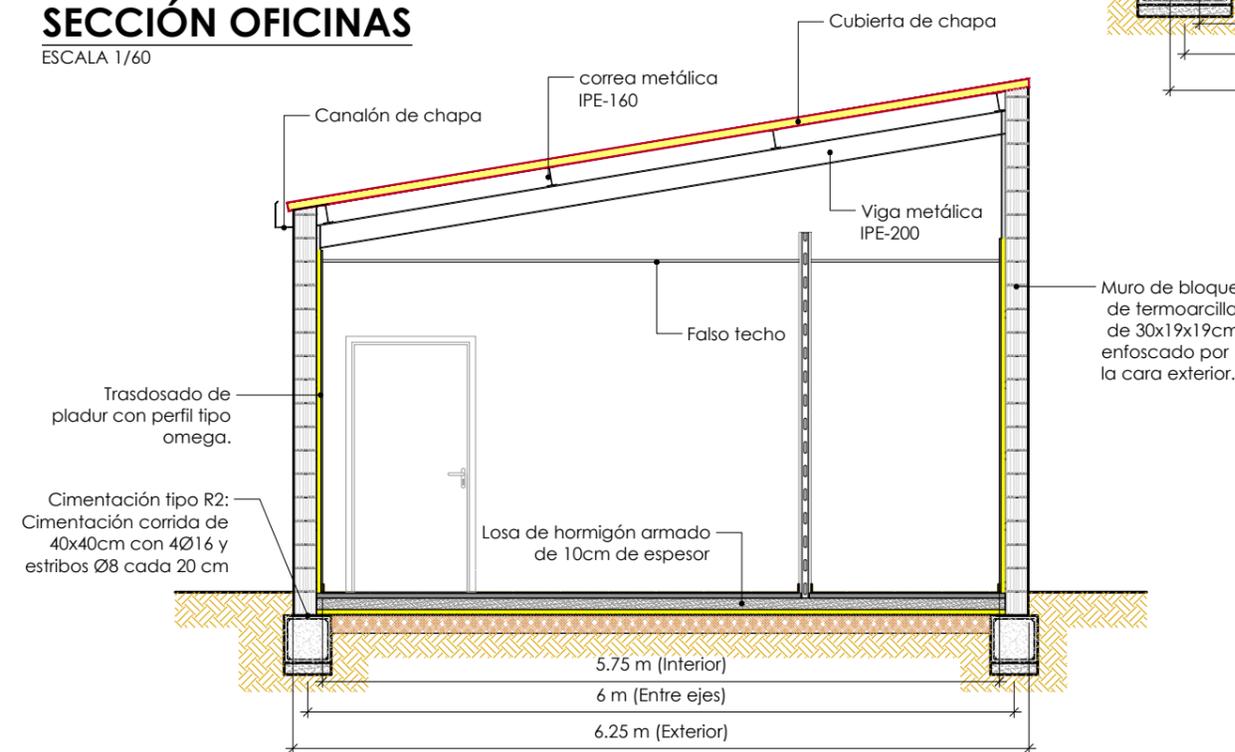
## SECCIÓN NAVE

ESCALA 1/60



## SECCIÓN OFICINAS

ESCALA 1/60



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: CABSAN S.L.

**TÍTULO:** INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)

**LOCALIZACIÓN:**  
NARROS (SORIA)

**ESCALA:**  
1/60

**FECHA:** 06/06/2022  
**FIRMA:**

**DENOMINACIÓN:**  
SECCIONES

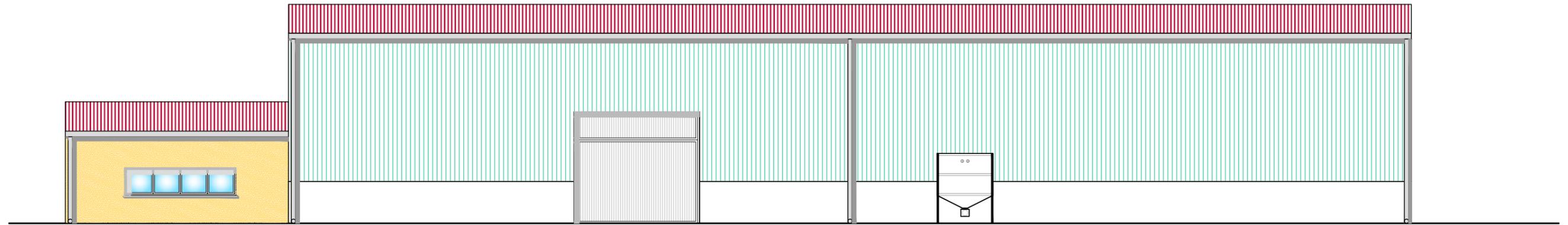
**PLANO N.º:**

8

ALUMNO: ALONSO SANZ

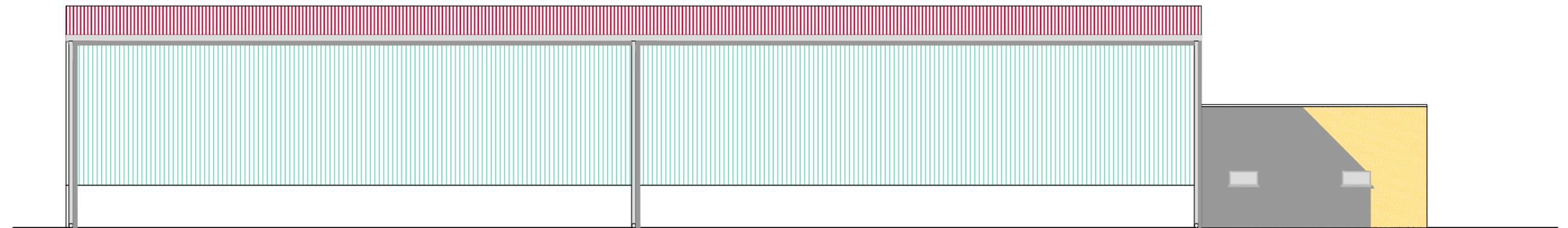
### ALZADO SUR

ESCALA 1/150



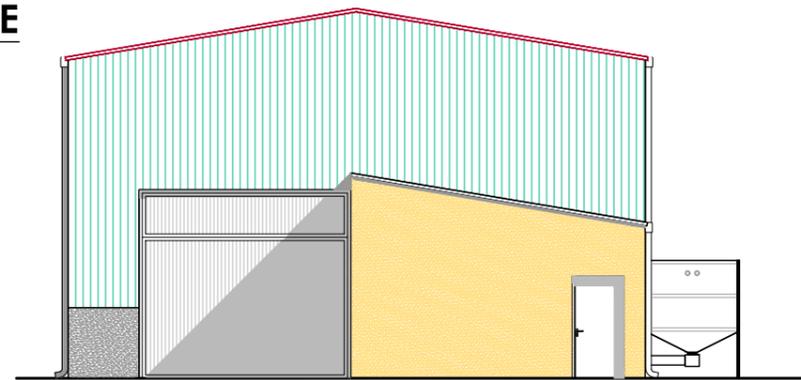
### ALZADO NORTE

ESCALA 1/150



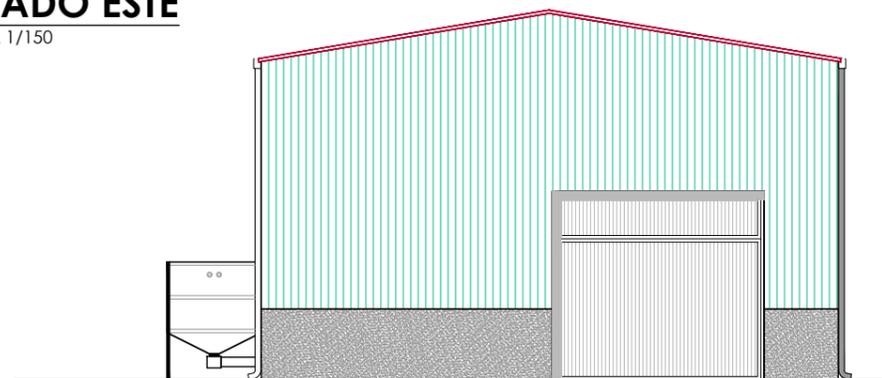
### ALZADO OESTE

ESCALA 1/150



### ALZADO ESTE

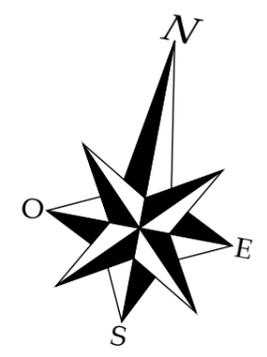
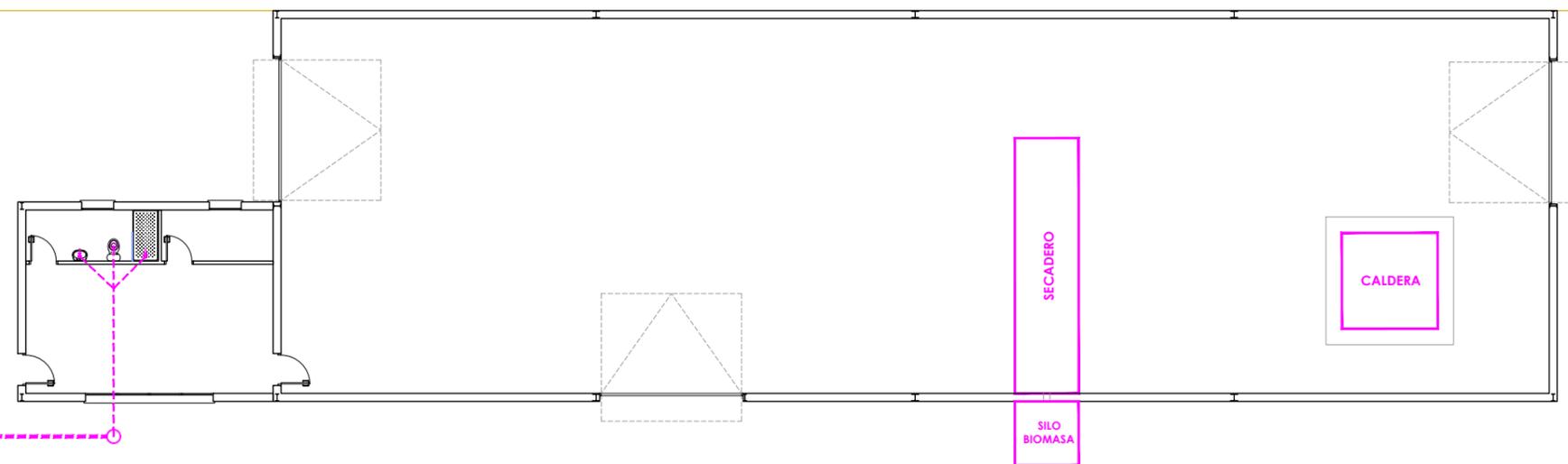
ESCALA 1/150



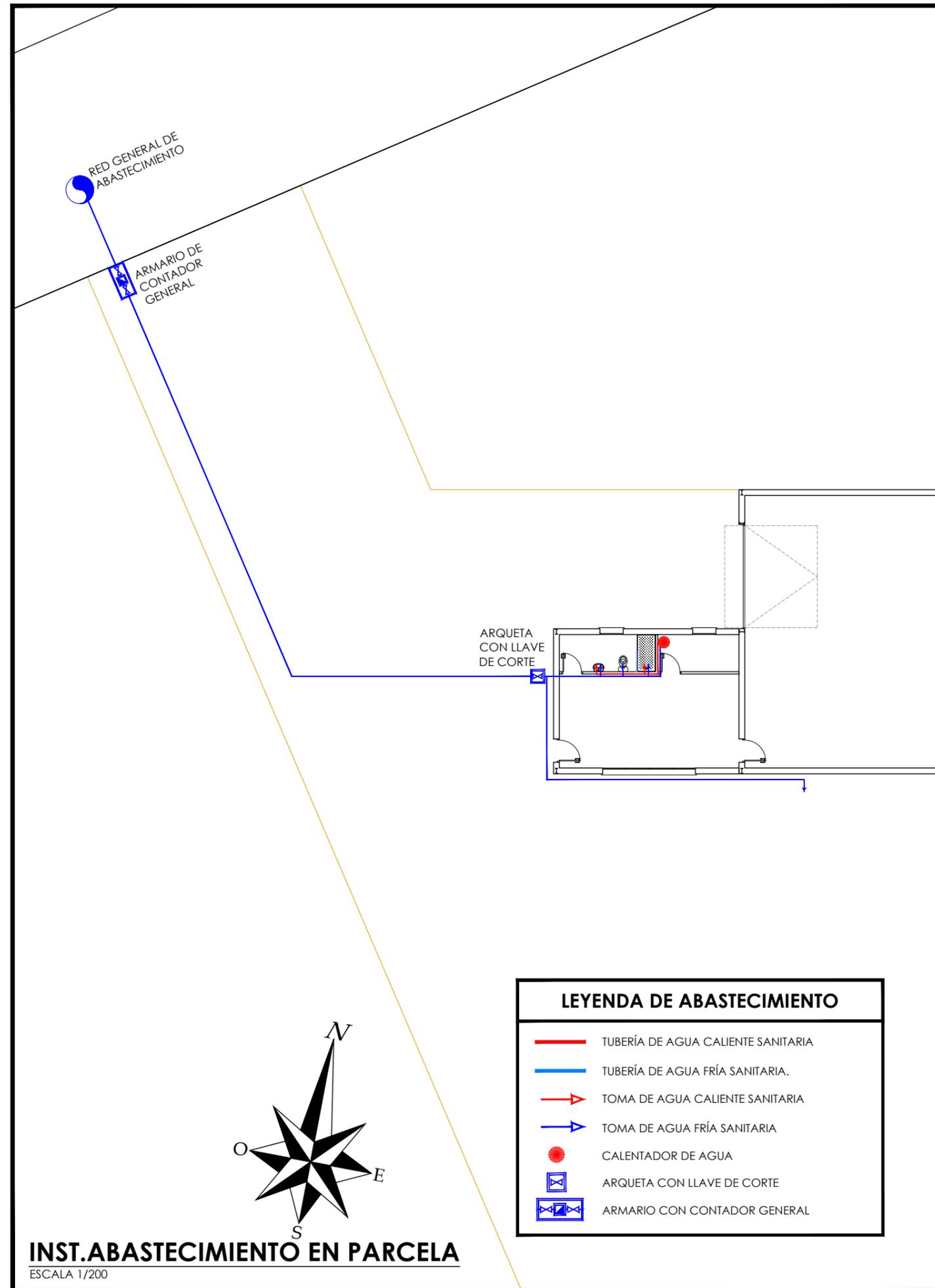
|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                           |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                           | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: CABSAN S.L. |  |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO2. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA) |                                                                                                                           |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>NARROS (SORIA)                                                                                                                                                         |                                                                                                                           | <b>ESCALA:</b><br>1/150                                                               |
| <b>FECHA:</b> 06/06/2022<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                      | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>ALZADOS                                                                                           | <b>PLANO Nº:</b><br>9                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> ALONSO SANZ                                                                                                                                                                     |                                                                                                                           |                                                                                       |

RED GENERAL DE SANEAMIENTO

| LEYENDA DE SANEAMIENTO                                                              |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | TUBERÍA P.V.C FECALES        |
|  | DESAGÜE INODORO FECALES.     |
|  | DESAGÜE CON SIFÓN.           |
|  | ARQUETA REGISTRARLE FECALES. |
|  | SUMIDERO DE REJILLA          |

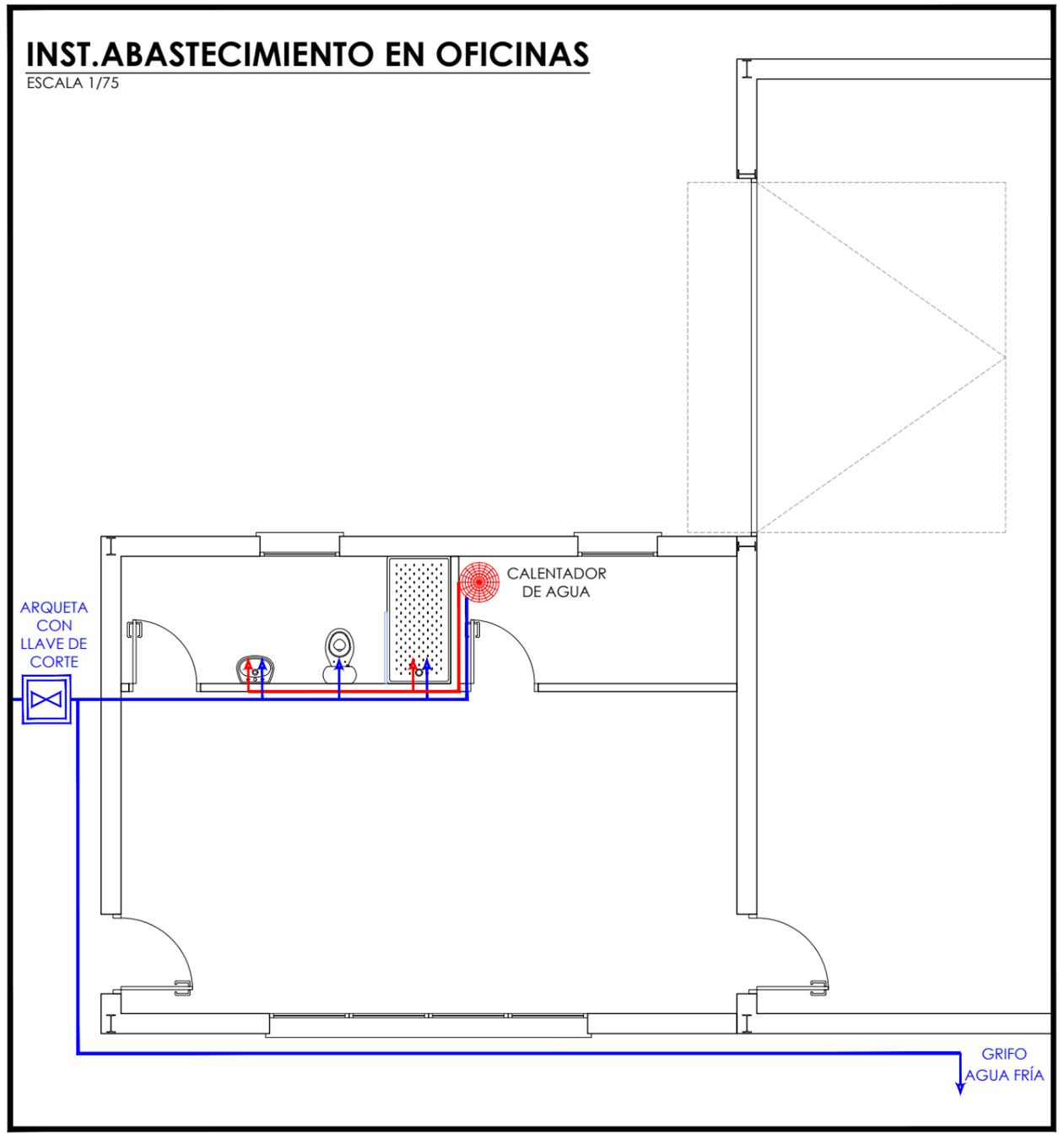


|                                                                                                                                                                                                                 |                                                    |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: CABSAN S.L. |                                                    |  |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO2. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)                  |                                                    |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>NARROS (SORIA)                                                                                                                                                                          |                                                    | <b>ESCALA:</b><br>1/200                                                               |
| <b>FECHA:</b> 06/06/2022<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                       | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO | <b>PLANO Nº:</b><br>10                                                                |
| <b>ALUMNO:</b> ALONSO SANZ                                                                                                                                                                                      |                                                    |                                                                                       |

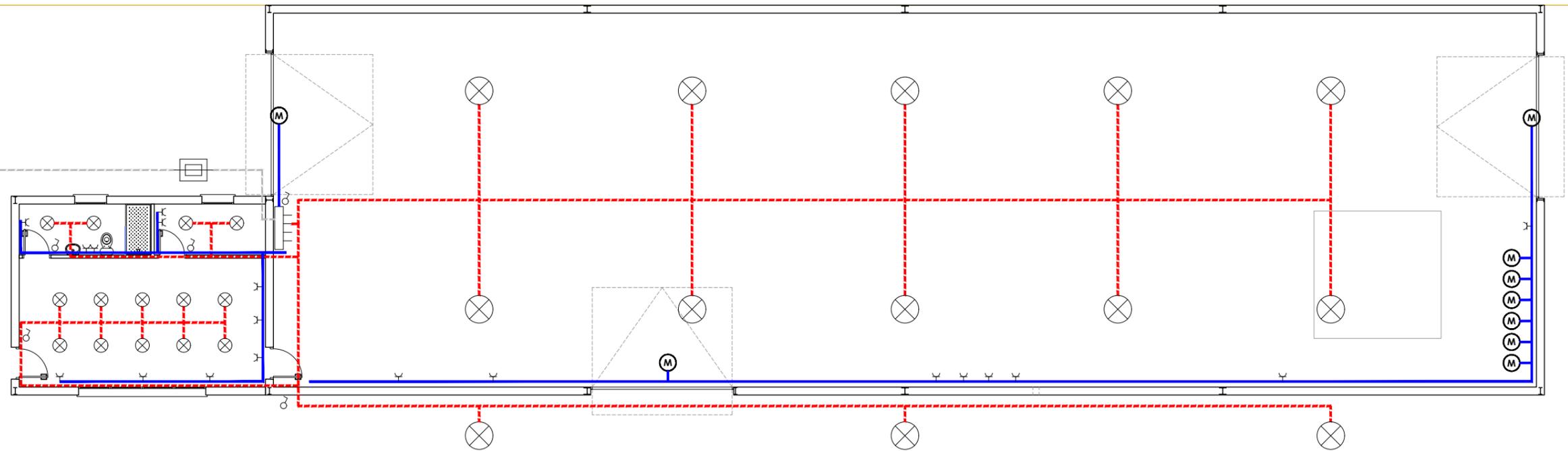


**INST. ABASTECIMIENTO EN PARCELA**  
 ESCALA 1/200

| 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       |

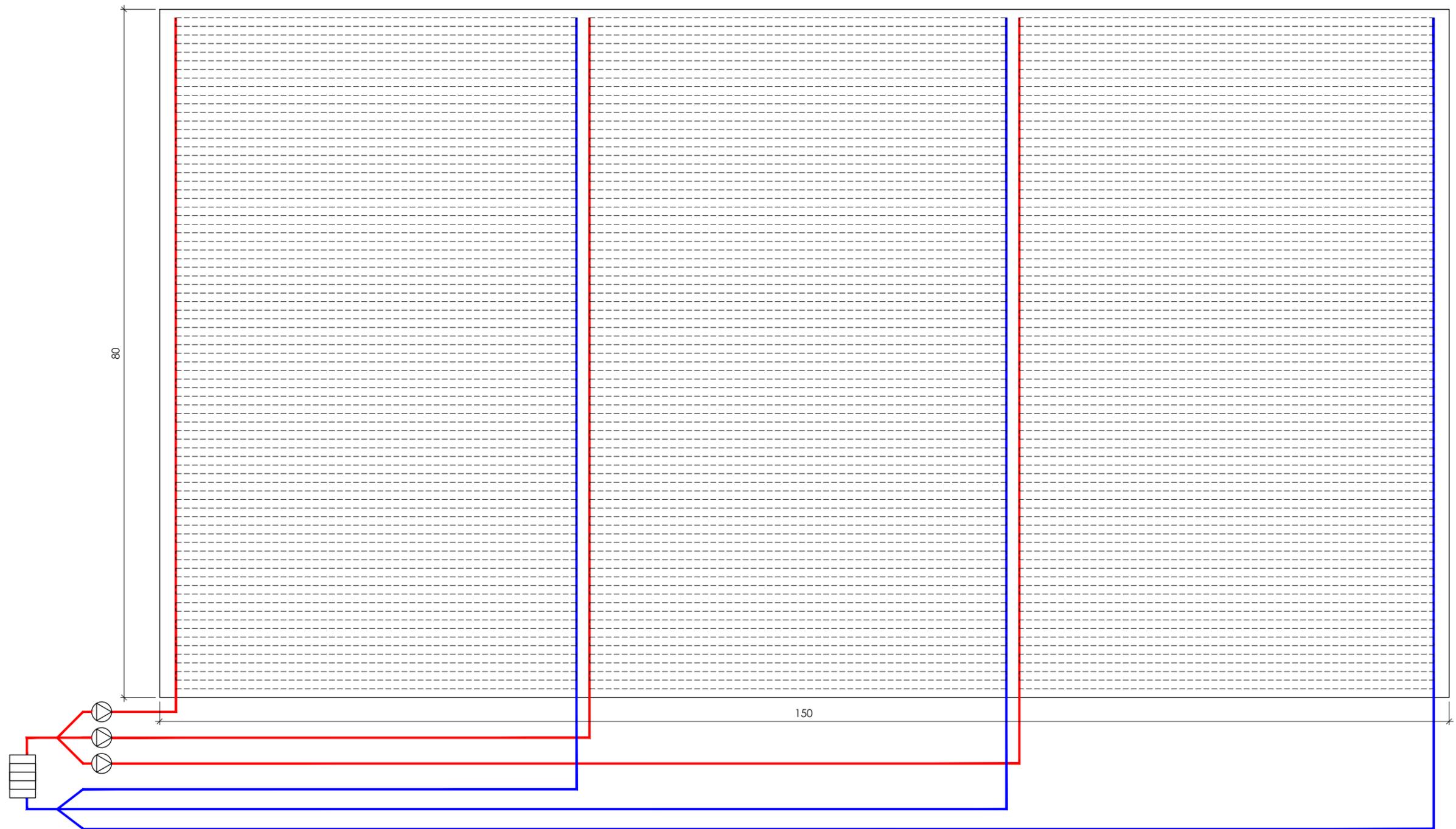


|                                                                                                                                                                                                                 |                                                               |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: CABSAN S.L. |                                                               |  |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO2. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)                  |                                                               |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>NARROS (SORIA)                                                                                                                                                                          | <b>ESCALA:</b><br>1/200 - 1/75                                |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 06/06/2022<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                       | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA | <b>PLANO Nº:</b><br>11                                                                |
| <b>ALUMNO:</b> ALONSO SANZ                                                                                                                                                                                      |                                                               |                                                                                       |



| 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: CABSAN S.L.  |                                                     |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO <sub>2</sub> . PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)                                                                                           |                                                     |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>NARROS (SORIA)                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>ESCALA:</b><br>1/150                             |
| <b>FECHA:</b> 06/06/2022<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD |
| <b>ALUMNO:</b> ALONSO SANZ                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>PLANO Nº:</b><br>12                              |



| LEYENDA DE CALEFACCIÓN |                         |
|------------------------|-------------------------|
|                        | INTERCAMBIADOR DE CALOR |
|                        | BOMBA HIDRÁULICA        |
|                        | AGUA CALIENTE           |
|                        | AGUA FRÍA               |



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: CABSAN S.L.

**TÍTULO:** INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA)

**LOCALIZACIÓN:**  
NARROS (SORIA)

**ESCALA:**  
1/150

**FECHA:** 06/06/2022  
**FIRMA:**

**DENOMINACIÓN:**  
INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

**PLANO Nº:**  
13

ALUMNO: ALONSO SANZ

# **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS ..... | 3  |
| 2. CONDICIONES FACULTATIVAS .....            | 5  |
| 3. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA .....       | 12 |
| 4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....      | 29 |
| 5. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL .....         | 35 |

# 1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

## DISPOSICIONES GENERALES:

### Artículo 1: Objeto del pliego.

En este pliego se recogen las obras que se deben realizar en el presente proyecto de ejecución de una central de cogeneración mediante biomasa en el municipio de Narros (Soria), del que es promotor la empresa Cabsan S.L., donde se incluyen las materias y materiales utilizados para ello, así como la normativa vigente bajo la que debe estar todo el proyecto; tanto procesos como personas que intervengan en su desarrollo, además de condiciones que deben de guiar la ejecución, el control y la recepción de estos procesos.

### Artículo 2: Documentos que rigen las obras del proyecto.

Los documentos que deben ser el fundamento del proyecto son la memoria, los planos y el presupuesto; además del actual pliego. Los directores de dicha obra podrán, en todo momento, disponer y consultar estos documentos o planos que los componen y actuar en base a ellos, quedando los mismos registrados en el libro de órdenes que se encontrará siempre en la obra y que obligatoriamente debe quedar reflejado la fecha de la actuación y la firma del responsable; además de reflejar la firma de "enterado" del encargado pertinente.

### Artículo 3: Compatibilidad y relación de los documentos.

Los dos documentos que, principalmente deben presenciarse sin contradicción alguna son el documento "Planos" y el "Pliego de condiciones" porque cualquier omisión, en caso de existir, en uno de los documentos, debe reflejarse en el otro. En caso de existir una contradicción entre los dos documentos anteriores, va a prevalecer la información recogida en el Pliego de condiciones. En caso de que en los Planos o en el Pliego de condiciones existan omisiones o discrepancias que se consideren elementos importantes en la obra, obligan al Contratista a realizarlos, aunque como ya se ha dicho no aparezcan en dichos documentos, como si estuviesen redactados y especificados en estos documentos. En caso de que durante el momento de la ejecución de las distintas obras de las que conste el proyecto, surge alguna modificación, se deberá poner en conocimiento de la Dirección Técnica para que dé su aprobación, siempre que sea necesario y oportuno; por lo que en ese caso tendrá que redactarse un nuevo proyecto reformado.

Artículo 4: Director de la obra.

Se nombrará a un Ingeniero Director de Obra, cuyo cometido será la dirección, control y vigilancia de las obras que formen el proyecto. Para ello, deberá de recibir todo tipo de facilidades y medios de parte del Contratista para llevar a cabo estas actuaciones con la mayor viabilidad y eficacia posible. Dentro de sus competencias, también se encuentra la de sancionar cuando sea justificado a los empleados que se encuentren bajo su dirección.

Artículo 5: Disposiciones generales.

Dentro de la legalidad vigente actual, siempre y cuando las condiciones del Pliego no las anulen expresamente, deberán estar sujetas a la normativa a continuación expuesta. A pesar de poder ser modificadas las siguientes leyes, siempre debe estar bajo el marco legal presente en el momento concreto.

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, referente al Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Decreto 3854/1970 de 31 de diciembre, referente al Pliego General para la Contratación de Obras del Estado.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, referente al Código Técnico de la Edificación.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.
- Pliego de Condiciones Generales para Obras de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas.

En todo momento, el Contratista tendrá que hacer cumplir toda la legislación referida a Seguridad y Salud.

Artículo 6: Condiciones de acabado.

Las unidades deben de entregarse de manera completamente finalizada, listas para que desempeñen su principal cometido; por lo cual, el Contratista deberá tener en cuenta todo complemento que disponga para ser acabada, al redactar la propuesta.

- Presentación del proyecto de instalación en los Organismos de la Administración a los que procedan.
- Los daños o responsabilidades que se acarrearán si no se cumple estrictamente la legislación vigente.
- Los daños o responsabilidades que se acarrearán si las unidades se han construido descuidadamente y de forma defectuosa.

## 2. CONDICIONES FACULTATIVAS

### EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.

Artículo 7: El contratista y su equipo de obra.

El contratista es la persona encargada de cumplir que se ejecute la obra. El delegado de obra, que estará bajo mando del contratista y designado por éste, será la persona encargada de:

- Suplantar al contratista en caso de que sea necesaria su intervención en actos definidos en el desarrollo general de las obras; siempre con orden y concierto de éstas.
- Organización, interpretación y ejecución de las obras, además de las órdenes que se emitan desde la dirección de la misma.
- Colaborar en los distintos problemas o cambios que se puedan llevar a cabo a lo largo de la obra.

En lo referido a las exigencias que se le pueden pedir a dicho delegado; primero, el promotor de dicha obra le puede exigir que tenga una titulación que le otorgue las aptitudes y atribuciones profesionales necesarias para poder llevar sin problema el gran volumen de trabajo que suelen ser estas obras. Además, por parte del contratista y antes de comenzar la obra, se le comunicará la relación nominal y la titulación del personal que va a tener a su cargo, pues es el encargado de que cumplan de la manera más óptima posible su trabajo en las obras. Cuando sea justificado, sobre todo por el volumen o algún momento determinado de las obras, se podrán designar dos delegados de obra.

Artículo 8: Residencia del contratista.

Mientras la obra dure y hasta que se entregue la obra completa al promotor, el Contratista deberá residir en un pueblo o ciudad cercana a la obra para poder supervisarla en todo momento y no puede ausentarse. En caso de que se ausente, deberá comunicarlo al Ingeniero Director además de referirse expresamente a la persona que, durante la ausencia le va a sustituir en su cargo.

En caso de no cumplir lo anteriormente establecido, se sustituirá dicho cargo por la persona con más conocimientos y con la mayor caracterización para ello.

Artículo 9: Reclamaciones contra órdenes de la dirección de obra.

El Contratista puede interponer reclamaciones contra el Director de la obra, pero siempre y cuando sean ante la propiedad. En caso de que estas reclamaciones sean a efectos económicos o de algún elemento reflejado en el Pliego de Condiciones (de orden técnico o facultativo), no tendrán ninguna aceptación, salvo que sean razonadas correctamente de parte del Contratista al Director.

Artículo 10: Facilidades de la dirección.

El contratista tiene el deber de colaborar en todo momento en la dirección para que esta pueda llevar a cabo su trabajo de la manera más razonable posible.

El contratista debe facilitar en todo momento los elementos que se le soliciten; bien sean elementos de obra, datos numéricos o demás caracteres relacionados, a la dirección de la obra siempre que se le pidan, con el cometido de verificar que las pautas especificadas en el Pliego de Condiciones, así como pautas concretas que verifiquen también su transparencia, como por ejemplo que se cumplan los proveedores especificados.

El contratista no deberá responder ante la responsabilidad de la propiedad, puesto que puede existir una demora en la tramitación administrativa del proyecto y esta, es ajena al propio proyecto. Una vez se tengan todos los permisos necesarios, se comenzará la ejecución de la obra.

Artículo 11: El personal y su asegurado.

El Director tiene el poder de, en cualquier momento de la obra, exigir al Contratista que le exponga las justificaciones en las que se exponen que todas las ordenes a cumplir, se llevan estrictamente, además de que se mantengan también en regla todas las medidas de seguridad y salud que se deben aplicar sobre los trabajadores.

Los trabajadores son una parte muy importante de la obra, por ello el Contratista está obligado a entregar al Director la relación de las personas que están trabajando en la obra; aquí se especificarán los rangos y categorías profesionales de cada trabajador.

El Contratista también será el encargado de controlar que no se produzca ninguna estafa por parte de los trabajadores a efectos materiales de la obra.

Artículo 12: Despidos por insubordinación o ineptitud.

El Contratista tendrá el poder de sustituir personal 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 una manera eficaz, todo esto cuando el Técnico Director de la Obra lo solicite.

Artículo 13: Copia de los documentos que definen el proyecto.

El Contratista puede sacar copias a su cota, de los Pliegos, presupuestos y demás documentos del proyecto. El Técnico podrá autorizar dichas copias después de haber contratado las obras.

Artículo 14: Potestad del contratista.

El contratista:

- Debe cumplir todas la órdenes que se le adjudiquen desde la dirección del proyecto, que le llegarán por escrito y duplicado, duplicado para poder devolver a la dirección una de las copias con la firma de "enterado", demostrando así, que le ha llegado dicha información.
- No tiene potestad para modificar alguna parte de las obras, en alguna de las órdenes que se le han dictado o en los planos aprobados por la dirección.
- Deberá sustituir los materiales que no se hayan usado correctamente, o a dar la orden de demolición si alguna parte de las obras no se ha realizado debidamente.
- A pesar de esto, si la dirección considera oportuna alguna de las modificaciones llevadas a cabo por el contratista, podrán ser aceptadas, pero esto no supondrá un aumento del presupuesto, en caso de que exceda en dimensiones o en materiales, respecto de los que está establecido en el plano. Aunque si las dimensiones son menores que lo establecido en los planos, los precios se reducirán de forma proporcional.

Artículo 15: Libro de órdenes.

Dicho libro, debe estar bien custodiado, además de tener fecha de inicio y fin: se abrirá el día de la comprobación del replanteo y se cerrará el día de la recepción definitiva. En este intervalo de tiempo, estará bajo la dirección del Contratista para que este, pueda anotar las órdenes o decisiones tomadas.

En el libro, debe de aparecer la relación de personas que están en la obra, con cargo y facultades suficientes para poder transcribir elementos que consideren apropiados de comunicar al Contratista.

Artículo 16: Problemas puntuales encontrados.

El mayor problema con el que nos podemos encontrar, es que durante las obras, aparezcan restos arqueológicos, dado el caso, habrá que avisar a la dirección con la mayor brevedad posible para que se puedan llevar las diligencias pertinentes cuyos gastos, se podrán reintegrar al Contratista.

## **EPIGRAFE II: TRABAJO, MATERIAL Y SUS MEDIOS AUXILIARES.**

Artículo 17: Almacén para proteger el material de la obra.

El Contratista tiene la obligación de instalar en la obra los almacenes pertinentes para que, en el tiempo que dure la obra, los materiales estén custodiados, sin posibilidad de que se deterioren, de que se produzcan hurtos etc. cumpliendo lo estipulado en el Pliego o las órdenes que se le hayan dado desde la dirección. Dicho almacén asegurará la buena conservación de los materiales, además de poder hacer una inspección rutinaria o esporádica para controlar dichos materiales. Para llevar a cabo la disposición de dicho almacén, será necesario que el director apruebe su emplazamiento, sus accesos, las obras pertinentes y las medidas que proporcionen la integridad y seguridad de los materiales. La zona donde se va a realizar el almacén, tendrá que estar dentro de las obras. El Contratista es el responsable de obtener los permisos y autorizaciones necesarias para realizar el almacén.

Artículo 18: Control de calidad.

La calidad exigida en el proyecto, debe ser plasmada de forma idéntica en las distintas partes de la obra, como son las unidades de obra, sus ejecuciones, los materiales con los que se trabaja y la obra una vez ha sido terminada; pues están sujetas a revisiones para comprobar su verdadera calidad.

Estas revisiones pueden ser llevadas a cabo por el Director de Obra o por el propio Contratista.

En caso de que se quieran llevar a cabo por el director de la obra, el Contratista deberá poner a disposición todas las facilidades como son el coger muestras, el realizar ensayos... además de reservarse el derecho de interrumpir cualquier acto que pudiese poner en riesgo el llevar a cabo estas acciones. Por el contrario, si el Contratista quisiera realizar el control de calidad, los gastos derivados de éste, correrían por cuenta del contratista.

Artículo 19: Trabajos y sus plazos de ejecución correspondientes.

El contratista tiene la obligación de advertir, por escrito, al Técnico Director del comienzo de las obras, con una antelación de 24 horas. Además de esta antelación, se redactará un acta de replanteo, en la que se detallen las condiciones que se han de seguir en la obra.

Una vez se hayan adjudicado las obras, el adjudicatario tendrá que comenzar las obras en un plazo de 15 días desde la adjudicación de dichas obras. El día que este comience las obras, deberá dar cuenta de ello al Técnico Director.

Va a ser primordial que las obras estén terminadas dentro de los plazos establecidos, pues el Contratista debe cumplir todos los elementos descritos en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

Artículo 20: Condiciones sobre la ejecución de los trabajos.

El Contratista está en la obligación de emplear los materiales y la mano de obra cualificada para ello que cumplan las condiciones generales técnicas registradas en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación" además de realizar todos los trabajos que se le especifican en dicho documento; es por esto, que el Contratista será el responsable en caso de que haya una mala ejecución de las obras, faltas o defectos por mala ejecución o pésima calidad de los materiales, además de otros contratiempos que vayan apareciendo en las obras; no valiendo de excusa el que el Técnico Director de Obra, o cualquiera de sus segundos, no le haya llamado la atención, ni el hecho de ya hayan sido valoradas en las certificaciones de las obras.

Artículo 21: Trabajos defectuosos y vicios ocultos en las obras.

Como se ha advertido en el anterior artículo, cuando el Ingeniero Director considere que en alguna de las fases o construcciones de la obra haya algún tipo de defecto, derivado de la mala calidad de los materiales o de la mala ejecución de dichas obras, podrá considerar oportuno la demolición de esta parte, sufragando los costes añadidos la contrata.

Pueden darse vicios ocultos en las obras, o en caso de que el Técnico Director considere que tal vez existen dichos, tiene la capacidad de ordenar la demolición de dichos puntos para verificar si existen estos vicios y en caso de que sea así, subsanarlos. Estos gastos, también serán sufragados por la contrata en caso de que sean verídicos estos vicios, sino irán por cuenta del propietario de la obra.

Artículo 22: Materiales defectuosos.

Antes de utilizar ningún material en la obra, deben ser examinados por el Técnico Director, para verificar si cumplen las condiciones del Pliego; realizando estudios y ensayos con muestras de estos materiales. Al igual que en los anteriores pliegos, los sobrecostes que supongan estos estudios deberán ser pagados por el Contratista.

En caso de que estos estudios o ensayos demuestren la debilidad o la falta de calidad de dichos materiales, que queda reflejada en el Pliego de Condiciones, el Técnico Director tendrá la capacidad de ordenar la retirada y su remplazo por otros que sí cumplan las normas de Pliego o en ausencia de especificaciones aquí, las normas marcadas por el Técnico Director.

Artículo 23: Medios auxiliares.

Los medios auxiliares en la obra son responsabilidad del Contratista, para el buen desarrollo y ejecución de las obras, aunque no esté especificado en el Pliego de Condiciones y siempre que estén dentro de la posibilidad presupuestaria. Dentro de este aspecto correrán por cuenta del contratista los materiales y maquinarias como

andamiaje y demás medios auxiliares para el buen desenvolvimiento de las obras sin tener que cargar al propietario de la obras de ningún tipo de responsabilidad por contratiempos que se puedan dar en la obra por insuficiencia de medios auxiliares.

No solamente son medios auxiliares los relacionados directamente con la propia obra, sino que también corren por cuenta del Contratista las protecciones y señalizaciones de la obra, como son el vallado perimetral de la obra, carteles de aviso y precaución reclamos luminosos, etc. y todas aquellas para la prevención de accidentes y daños, de acuerdo con la legalidad vigente.

### **EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.**

Artículo 24: Recepciones provisionales.

Se precisará de la asistencia del Técnico Director de la Obra y del Contratista para poder comenzar las diligencias necesarias y otorgar la recepción provisional de las obras. Para ello es necesario que las obras estén en un estado aceptable y que hayan sido ejecutadas, ciñéndose a lo establecido. Si estas premisas se han cumplido, se comenzará el plazo de garantía, que es doce meses.

En el caso de que estas premisas no se hayan cumplido, se redactará un acta con todos los elementos que el Técnico Director debe comunicar al Contratista para que subsane, dentro de un plazo de tiempo, que pasado este, se deberá volver a realizar dicha inspección para comprobar que dichos defectos ya no existen y así, poder proceder a la entrega de la recepción provisional de la obra.

Una vez se haya elaborado un reconocimiento en el que se reconoce que la obra se ha realizado conforme se dicta en el Pliego de Condiciones, se levantará un acta junto con la justificación de la liquidación final de la obra; de este acta figurarán dos copias, una en poder del propietario y otra en poder del Contratista.

Artículo 25: Plazo de garantía.

Una vez se acepte la recepción provisional de la obra, comienza el plazo de garantía, el cual obliga al contratista a arreglar averías, defectos o vicios ocultos que puedan surgir. El plazo de garantía es de un año, desde la aceptación de la recepción provisional.

Artículo 26: Conservación de los trabajos provisionales.

Si el Contratista no responde a la conservación de la obra en el periodo de garantía y si aún no ha sido ocupado por el propietario, se podrá disponer de los servicios necesarios para su mantenimiento, tales como la limpieza, albañilería etc., corriendo con los gastos la contrata.

Una vez haya abandonado el Contratista las obras, debe dejar todo desocupado y limpio, en el plazo que el Técnico Director indique y cuando aún no se hayan desprendido definitivamente de la obra, cuando aún esté en periodo de garantía, solamente podrá tener en la obra el material necesario para su guardería, limpieza o trabajos que sean necesarios.

La guardería de la obra será pagada, como ya se ha expresado anteriormente, por el Contratista, siendo contratado por este un vigilante de obra, que deberá obedecer las órdenes recibidas por la Dirección Facultativa.

#### Artículo 27: Recepción definitiva.

Una vez haya terminado el plazo de garantía, se comprobará que las obras estén en buen estado de conservación, para así pasar de la recepción provisional a la recepción definitiva. En caso de que se encuentre todo en buen estado, el Contratista ya habrá terminado sus funciones en la obra y será relevado de cualquier responsabilidad económica; pero en caso de existir algún defecto, se retrasará la recepción definitiva hasta que una vez haya expirado un plazo y el Técnico Director de el visto bueno, queden las obras en el estado deseado. En caso de que haya expirado el nuevo plazo y el Contratista no haya cumplido lo acordado, se rescindirá la contrata y perderá la fianza, a no ser que el propietario crea conveniente un nuevo plazo.

#### Artículo 28: Liquidación final.

Una vez se hayan acabado las obras, se procederá a la liquidación de las mismas, pagando las unidades de obra acordadas, además de las modificaciones que hayan surgido a lo largo de la obra; siempre y cuando estas modificaciones hayan sido autorizadas por la Dirección Técnica, pues en caso de que no estuviesen autorizados por el promotor y por escrito, además de haber obtenido la aprobación del Técnico Director, el Contratista no tendrá ningún derecho en reclamar las demoras.

#### Artículo 29: Liquidación por rescisión.

Esta liquidación tendrá lugar mediante un contrato liquidatorio, en el que quedarán de acuerdo ambas partes. En él, quedarán reflejadas las unidades obra construidas hasta el momento de la rescisión.

## **EPÍGRAFE IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.**

Artículo 30: Facultades de la dirección de las obras.

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Ingeniero Director, de los anteriores artículos, estarán encargados de la dirección y vigilancia de los trabajos que se realicen en dichas obras, por su propia iniciativa o por medio de sus representantes técnicos, con total autoridad.

También tendrán potestad para decidir en lo no especificado en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre personas y cosas que componen la obra.

## **3. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

### **EPÍGRAFE I. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

Artículo 31: Materiales reconocimiento y muestras.

Los materiales y la ejecución de los trabajos en la obra deben ser de la mejor calidad posible, ciñéndose siempre a lo redactado en el Proyecto y consigan los detalles reflejados en los documentos, descritos por el Director de obra o alguno de sus encargados.

Para poder proceder a usar los materiales, es necesario que se acepte su calidad, por la dirección de obra y en caso contrario, esta tiene autoridad para evitar que esos materiales sean utilizados en la obra. Para que la Dirección de la Obra verifique la calidad de estos materiales, el Contratista deberá proporcionar muestras de estos materiales para someter a estudio y así, verificar que se encuentran en buen estado. Una vez se hayan realizado estos estudios, dichas muestras quedarán guardadas junto con los certificados que acrediten que los materiales pasan los análisis previos.

Artículo 32: El agua.

La calidad del agua debe ser la idónea para realizar los hormigones y los morteros, pues se necesita la máxima resistencia de estos para no tener problemas de estructura a largo plazo. Deben ser aguas dulces y limpias y en caso de que sea necesario contratarla, correría por cuenta de la contrata. Debe cumplirse en lo relacionado a este tema, lo que viene estipulado en la norma EHE (Instrucción de Hormigón Estructural).

#### Artículo 33: El cemento.

Los cementos utilizados deben cumplir las condiciones que quedan reflejadas en el Pliego de Preinscripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos. Según el trabajo a desempeñar, usaremos uno u otro tipo de cemento:

- P-350 para situaciones sin ninguna especificación.
- P-350 siderúrgicos cuando los terrenos contengan yesos.
- Con otras especificaciones más severas, se emplearán cementos siderúrgicos especiales.

Los cementos deberán almacenarse en lugares secos, cerrados y sobre una superficie, nunca en el propio suelo.

#### Artículo 34: Áridos.

Como los anteriores artículos, deberá estar tutelado por las prescripciones recogidas en la norma EHE, reuniendo las condiciones necesarias. Los áridos se clasificarán por calibres; que se acordarán dependiendo de la curva granulométrica con la que trabaje el Técnico de la obra.

#### Artículo 35: Mortero de cemento.

El mortero se hará mezclando los elementos en máquina, añadiendo el agua necesaria. Su composición podrá variar siempre y cuando sea con el objetivo de mejorar sus características físicas y estructurales, pero la mezcla siempre tiene que partir con un cemento en forma de polvo y acabar con una pasta homogénea.

Dependiendo del tipo, puede variar su cantidad de cemento por cada m<sup>3</sup> de arena:

| TIPO | KG DE CEMENTO | M <sup>3</sup> DE ARENA |
|------|---------------|-------------------------|
| 1:1  | 900           | 1                       |
| 1:2  | 600           | 1                       |
| 1:3  | 450           | 1                       |
| 1:4  | 350           | 1                       |
| 1:6  | 250           | 1                       |
| 1:8  | 200           | 1                       |
| 1:10 | 150           | 1                       |

#### Artículo 36: Hormigones.

Los hormigones deben de tener unas características que se deben de seguir de una forma estricta, descrita como otros elementos de anteriores artículos en las prescripciones de la norma EHE.

El hormigón puede tener, o bien una composición de cantos rodados, o bien una composición de piedra machacada, dependiendo de cuál vaya a ser su finalidad. Normalmente, la composición del hormigón es de dos partes de piedra por una parte de mortero, para conseguir unos óptimos rendimientos.

El hormigón puede tener fallos que empeoren su resistencia, por ello hay que comprobar antes de utilizarlos que estén en perfecto estado. Los fallos que debemos evitar son los siguientes:

- Fisuras superiores a 0,2 milímetros.
- Disgregaciones en la superficie.
- Discontinuidades en la masa.

En relación a la composición del hormigón armado, se seguirá la forma norma normal de hacerlo; con 400 litros de agua y 800 litros de grava para 300-350 kilogramos de arena.

Los hormigones deben de ser realizados bajo una minuciosa precisión, bien sea a pie de obra o directamente traído de la factoría encargada de su fabricación. Antes de su aplicación en la obra, serán sometidos a estudio para verificar que aspiran a las características deseadas.

#### Artículo 37: Encofrados.

Como otros elementos anteriores, antes de utilizarse en la obra, se debe de comprobar que tienen las aptitudes necesarias para no causar fallos o daños a medio/largo plazo, cuando haya que quitarlos, no sea necesario propinar fuertes golpes que puedan perjudicar al hormigón; además de que no causen cargas de trabajo superiores a 1/3 de su resistencia.

En estos encofrados, 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 que va de un 3% a un 5%.

En caso de que aparezca alguno de estos errores y sea necesario aplicar medidas urgentes, estas medidas correrán por cuenta del Contratista.

#### Artículo 38: Barras de acero.

Las partidas de barras que se suministren a la obra, deberán ir acompañadas de acreditaciones que dejen constancia de las características del material y del certificado de garantía del fabricante, principalmente; además de cumplir las características acerca de este aspecto que queden determinadas en la EHE.

Estas barras deberán tener una superficie elástica mayor a los 400 N/m<sup>2</sup> y no deberán presentar ninguna fisura superficial ni daño relevante.

Dichas barras, deben de ser de la misma empresa proveedora y sin mezclar distintos tipos de barras, para así evitar que puedan tener distintas superficies elásticas y así evitar problemas. En caso de que se utilicen barras de distintos fabricantes, deberá quedado reflejado para qué partes de la obra han sido utilizadas, con la única función de verificar que no se encuentran en zonas cercanas dentro del conjunto de la obra y como se ha reflejado, evitar problemas de distinta índole.

Las armaduras deben dobladas a velocidad media y si fuera posible, en condiciones climáticas moderadas, para evitar cualquier tipo de brusquedad térmico, que pueda dañar dichas armaduras. Los empalmes en estas intervenciones no están permitidos, salvo que fuera un empalme que no pusiera en peligro la resistencia de la obra; que se realizarán por soplado de las mismas, o por soldadura eléctrica.

Cuando no se disponga de barras con el diámetro especificado en los distintos documentos relacionados con esto, se pondrán barras con una sección mayor o igual a la indicada.

Existen, dentro de la EHE, unas condiciones que no se pueden dar a la hora de instalar las armaduras, que son:

- Los diámetros nominales no pueden ser distintos a los que recoge la EHE.
- No pueden presentar defectos, tanto exteriores como interiores.
- Falta de los documentos que verifican su procedencia y sus características.
- No pueden ir recubiertos de una capa de óxido.
- No deben de tener defectos de laminación.
- La desviación de la sección no debe estar fuera de una horquilla mayor de entre un 5% y un 1%.
- No puede estar mal calculado ni su longitud de anclaje, ni su diámetro de doblado ni su separación de barras.

#### Artículo 39: Ligantes bituminosos.

Para poder utilizar dichos ligantes, tendremos que recibir la autorización por escrito del Director de Obra. Pueden ser de tres tipos que son:

- Betunes asfálticos: Deben de presentar un aspecto homogéneo y sin agua, para que no produzcan espumas a la hora de utilizarlos.

- Betunes asfálticos fluidificados: Al igual que los anteriores, serán una mezcla homogénea y no tener agua para evitar las formaciones de espuma. La capacidad de filtración de estos betunes va a ser de 80/100.
- Emulsiones asfálticas: También debe presentar un aspecto homogéneo formado por agua, betún asfáltico y emulsiones, dichas emulsiones van a poder ser de tipo ECR-1, ECR-2 y ECM1.

#### Artículo 40: Elementos cerámicos.

Los elemento cerámicos (ladrillos y similares) deberán ser de las mismas dimensiones unos y otros, además de no tener ninguna fisura ni daño que pueda poner en peligro la integridad del edificio. Las dimensiones más normales son las de 0,4x0,2x0,2 metros y cuyos errores de fabricación serán sufragados por la empresa que los suministre.

#### Artículo 41: Elementos prefabricados.

Todos y cada uno de los elementos prefabricados utilizados en la obra, deberán ser de una única casa que los suministre, casa que elegirá el Director de Obra por su prestigio en el sector o por sus buenos rendimientos laborales, debido a que ninguno de estos materiales va a poder entrar en la obra sin la aprobación del Director de Obra.

#### Artículo 42: Materiales para la red eléctrica.

Todos los materiales que se empleen para este cometido, deberán tener las características recogidas en el Reglamento Electrónico de Baja y Media Tensión.

#### Artículo 43: Válvulas.

Las válvulas tendrán que ser de la mejor calidad posible, para evitar principalmente averías que puedan poner en riesgo nuestro sistema. Cuando una válvula es de la mejor calidad de la que dispone el mercado, dispone de al menos las siguientes condiciones:

- Los asientos van a ser elásticos, regulados a mano para un cierre absolutamente hermético.
- Los usillos van a ser de bronce, pasados por el torno para darle forma a la rosca y a los tornillos que la sujetan.
- El prenoestopa va a estar atornillados a la carcasa de la válvula, tornillos de la forma de martillón que permitan su destornillamiento fácilmente.
- La cámara va a tener una buena amplitud y las tuercas del husillo en la parte de la cuña, van a tener las dimensiones similares a las de los propios husillos.

#### Artículo 44: Otros materiales.

En este apartado, se especifica, que todo el material que no se ha nombrado en este apartado y vaya a ser necesario en la obra, deberá ser de la mejor calidad posible, además de que antes de que se disponga en la obra, pasará un estudio previo en el que el Director de la Obra dictaminará que las condiciones que reúne son las adecuadas.

### **EPÍGRAFE II: CARACTERÍSTICAS DE LA EJECUCIÓN.**

#### Artículo 45: Replanteo.

El replanteo debe realizarse antes de que se comiencen las obras, con la presencia de las instituciones fundamentales de la obra, el Ingeniero director y el Contratista, o en su defecto, un representante cualificado para ello. Cuando se haya llevado a cabo el replanteo, habrá que levantar acta verificando que se ha llevado de una forma coherente, se harán tres copias del acta para que sean custodiadas por el Ingeniero director, el Contratista y el propietario, respectivamente.

Estos tendrán derecho a hacer las comprobaciones pertinentes para ver que este replanteo se ha efectuado de la mejor manera posible. Los elementos utilizados para el replanteo, así como gastos imprevistos que puedan surgir durante este acto, serán sufragados por el Contratista.

#### Artículo 46: Despeje y desbroce del terreno.

Esta unidad de obra está incluida en la de excavación y se debe realizar con todas las precauciones necesarias para evitar daños o riesgos, además de respetar la decisión del propietario que tendrá derecho a decidir las zonas que pueden quedar como ya estaban.

#### Artículo 47: Excavaciones en general.

Cuando se haya terminado la fase de desbroce, comenzarán las excavaciones de la obra en el terreno, que se deberán ceñir a lo marcado en los planos, respecto al orden y la forma de ejecución; además de lo que el propietario considere necesario, siempre y cuando lo traslade al Director de Obra. Estas excavaciones siempre se van a medir en m<sup>3</sup> desde los perfiles iniciales hasta los perfiles finales, una vez se haya terminado esta unidad de obra.

Es necesario, que se tomen todas las precauciones necesarias para que la resistencia del terreno no disminuya; esto se traduce en evitar, deslizamientos, aparición de taludes, erosiones, encharcamientos que puedan debilitar la futura estructura de nuestras

instalaciones. El terreno vegetal que no se haya limpiado durante el desbroce, deberá ser excavado en una profundidad de unos 20 centímetros y posteriormente, se transportará a un vertedero autorizado. Si fuese necesario hacer alguna demolición de algún resto o antigua edificación que existiese en la parcela, entraría en esta unidad de obra.

Artículo 48: Excavaciones de zanjas o pozos y sus rellenados.

Esta unidad de obra va a tener como cometido, el excavar y nivelar zanjas y pozos, desplazando a otro lugar autorizado el material que sobre y el posterior rellenado y compactación de este pozo o de esta zanja. Estas excavaciones abarcan cualquier clase de terreno de la parcela y las obras necesarias para llevarlas a cabo, tales como acordamientos necesarios.

El rellenado de la zanja, deberá de ser autorizado por el Director de Obra y consiste en la compactación de elementos obtenidos en la obra o prestados con autorización, que se irán añadiendo a capas, no mayores de 20 centímetros. Las capas más bajas deberán componerse de elementos finos y evitar materiales duros o grandes, así no dañarán la futura estructura.

Si fuese necesario, se humedecerían estas capas para conseguir una compactación aún mayor, su utilización va a depender del tipo de suelo sobre el que estemos trabajando. Estas zanjas también se medirán en m<sup>3</sup>, valorado en el 40% del precio de la unidad de obra.

Artículo 49: Red de saneamiento.

La red de saneamiento dotará de una precaución a nuestras instalaciones de las aguas del subsuelo, canalizándolas y captándolas para evitar humedades. En este apartado es muy importante que se opere basándose en las condiciones de ejecución, además de los materiales empleados y los equipos de origen industrial necesarios para ello. Todo lo referente a la legislación que depende de este artículo está recogida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.

Artículo 50: Instalación de las fosas sépticas.

En esta instalación habrá que seguir las especificaciones del fabricante, además de estar revisando el Técnico de la Obra las obras, mientras se esté instalando.

Artículo 51: Cimentaciones.

Todas las secciones y cotas de profundidad, serán delimitadas por el Ingeniero Director, pues lo que aparece detallado en el Proyecto es solamente informativo y prevalece lo que considere esta institución. En caso de que el terreno tenga alguna especificación particular, el Ingeniero Director de la obra será el encargado de tomar decisiones acerca de los que haya que realizar al respecto, además de hacer un control de calidad de los

materiales, valoración, mantenimiento y seguridad especificados en las normas al respecto, que son la de Cimentaciones superficiales corridas y la de Cimentaciones superficiales, en lo relativo a zapatas (NTE-CSZ).

#### Artículo 52: Estructuras de hormigón armado.

Este apartado del pliego tiene mucha importancia, debido a que los pliegos deben seguir unas especificaciones de forma estricta, recogidas en el EHE, anteriormente mencionado y en las homologaciones CIETSID además de la marca Aenor, de productos de acero para hormigón. Todo lo referido a hormigón, al igual que otros tantos elementos anteriormente recogidos, deben ser sometidos a estudio antes de que adopten un emplazamiento fijo en nuestra obra, desde la resistencia del hormigón, hasta las armaduras y los encofrados.

En el momento que hayan pasado estas especificaciones, debemos de seguir unas condiciones de trabajo que son:

- Humedecer las caras internas de los encofrados para evitar la absorción de agua del propio hormigón.
- Cuando haya que verter el hormigón en la obra, debe realizarse desde una altura que no supere el metro, echando a capas de unos 30 centímetros y compactando, no se echa más cantidad para evitar que las barras de las armaduras se muevan y reducir su eficacia. Podrán echarse a una altura mayor de un metro, si la manguera es especial y está adaptada para tal fin.
- La compactación se hará mediante vibración en la mayor parte de las veces, llevando extremo cuidado en que este no tenga ningún contacto con las armaduras.
- La temperatura ambiente a la hora de actuar en esta unidad de obra es muy importante. Cuando la temperatura esté por debajo de los 0°C o por encima de los 48°C, se suspenderán los trabajos relativos, además de cuando las lluvias sean intensas. Si se dan estas características, pero se ha obtenido una previa autorización de la dirección facultativa, sí que se podrán llevar a cabo estas obras.
- Para que se asiente el hormigón, habrá que tener húmedas las superficies de hormigón, gracias a un riego directo que no tenga una presión excesiva para que no se produzcan erosiones o pérdida de materiales y habrá que mantener este riego hasta que el hormigón tenga el 70% de la resistencia, plasmada en el proyecto.
- Las juntas horizontales no deben salir y, en caso de que saliesen habría que lavarlas a presión, cepillarlas o picar la superficie para continuar los trabajos. Antes de echar el nuevo hormigón, es obligatorio humedecer el hormigón viejo y extender un mortero con alta cantidad de cemento. Si esta adhesión es después de 48 horas, la junta tendrá que ser tratada con resinas epoxi.
- Los cementos aplicados al hormigón, deben ser de la misma fabricación.

Los motivos de no aceptación para aplicar el hormigón son los siguientes:

- Consistencia distinta a la acordada en el proyecto.
- Hormigón con principios de fraguado.
- Armaduras sin identificación.
- Discontinuidad en la masa, diferente diámetro del árido de la mezcla, desagregaciones o grietas mayores a 0,2 milímetros.
- Disminuciones de resistencia mayores al 10%.
- Variaciones en la dimensión de este, mayores a 5 milímetros, basándose en las especificaciones del proyecto.

Las características principales del hormigón son la resistencia, que es medida en Newtons/mm<sup>2</sup> y por la propia durabilidad del hormigón.

Los más destacados son:

- H-200 con una resistencia mínima de obra de 25 N/mm<sup>2</sup> empleado principalmente en los alzados y en obras de fábrica. Su contenido en cemento de 200 kg.
- H-250 con una resistencia mínima de obra de 25 N/mm<sup>2</sup> con un contenido en cemento de 250 kg.

Artículo 53: Cubiertas de fibrocemento.

Las planchas horizontales se pondrán sobre durmientes y a una altura máxima de 1 metro, además estas se lastrarán para evitar posibles daños cuando el viento sea muy fuerte. Las planchas verticales se pondrán apoyándolas con una inclinación de 10:1 y sin que supere los 1,5 metros de longitud.

Para realizar los taladros de las placas, se utilizarán brocas de 2 milímetros como máximo, para no dañar la estructura. Los taladros se harán en la parte alta de las ondulaciones. Como método de seguridad a la hora de atornillarlas, se pondrán anillas de seguridad, a una distancia máxima de 200 centímetros.

En la primera hilada o de alero, se pondrán las placas enteras, solapando una con otra; pero a partir de la segunda hilada y hasta un mínimo de tres ondas cuarto, se cortarán en las placas de comienzo de las hiladas, una onda que entre en la hilada anterior. El vuelo en las placas que van a quedar en la línea de alero será menor a 350 milímetros, cuando se hable de las que queden en los laterales, los aleros no superarán una ondulación.

Los motivos de no aceptación para aplicar las planchas son los siguientes:

- Solapes longitudinales menores a los anteriormente acordados.
- Su colocación esté en sentido contrario.
- Cuando los accesorios de fijación estén situados en sitios distintos a los acordados, o en las partes bajas de las ondulaciones.

Se suspenderán cuando haya abundantes lluvias, nieve o viento que puedan poner en peligro las obras. También es obligatorio, en caso de fuertes vientos, que se retiren herramientas que puedan caerse. Para instalar estas planchas, es obligatorio que los

operarios lleven un arnés de protección, además de un calzado seguro, acorde con las condiciones climatológicas que se estén dando en ese momento.

Para el transporte de las planchas, será también de carácter obligatorio que, si miden más de 1,5 metros de longitud, sean transportadas por dos operarios. Para el mantenimiento de estas cubiertas, hay que seguir las siguientes consideraciones:

- En caso de que sea necesaria una reparación en la cubierta, será necesario poner unas pasarelas por el tejado, para que los operarios no tengan que pisar directamente sobre ellas.
- No se subirán nunca a la cubierta elementos que puedan perforarla o evitar su desagüe.
- Las planchas pueden ser pintadas en el momento con pinturas compatibles con las inclemencias climatológicas; además el tejado debe estar limpio y seco para aplicarla fácilmente.
- Aproximadamente cada 5 años se debe hacer una revisión y verificar que la cubierta no tiene problemas.

#### Artículo 54: Albañilería.

Respecto a las calidades de los materiales y equipos, existe una amplia normativa a la que se debe ceñir la obra, a saber:

- Fachadas de bloque: NTE-FFB.
- Revestimiento de parámetros. Alicatados: NTE-RPA.
- Revestimiento de parámetros. Enfoscados: NTE-RPE.
- Revestimiento de parámetros. Guarnecidos y enlucidos: NTE-RPG.
- Revestimiento de escaleras y suelos. Soleras: NTE-RSS.

- Arenas: Se debe de utilizar una tipología de arenas específicas, naturales, silíceas, de grano anguloso, sin yeso y sin magnesios, con humedad menos a 10% de su peso y limpias de tierra y materia orgánica. Si el Director de la obra lo cree necesario, podrá obligar al Contratista al lavado de las arenas cuando no cumplan o no sean las características del todo exactas, corriendo el con los gastos de más.

- Grava: Dura y angular, deberá ser limpia de tierra y restos orgánicos.

- Morteros de cemento: El cemento que se va a usar es de tipo I-35, además los sacos tendrán que venir sin manipular de fábrica y almacenarse en un sitio protegido de las inclemencias meteorológicas, ventilado y sin humedad. La mezcla de mortero se hará con 3 partes de arena por una de cemento.

- Tabiques: Los tabiques exteriores se van a hacer con hormigón, aplomados y con las hiladas alineadas; para que no existan daños por dilatación de los materiales, sobretodo del yeso, se dejará un hueco en la parte superior del tabique. Los bloques con los que se trabajará en la obra, serán de 40 x 20 x 20 centímetros.

Artículo 55: Carpintería y cerrajería.

Según lo establecido en el proyecto, el Contratista expondrá una serie de muestras de lo que se va a utilizar en la obra. En relación con las piezas de carpintería metálica, tendrán que evitar que el agua entre en las instalaciones, además de que las partes con soldadura, deberán estar protegidas para evitar problemas tales como la corrosión.

Las puertas serán las que se han acordado instalar en el proyecto. Las ventanas tendrán el marco de acero inoxidable y los cristales lisos, sin ninguna deformación y de un espesor uniforme a lo largo de todo el cristal. Los elementos que se instalen en nuestras obras, que tengan este tipo de características, tienen que ceñirse a las condiciones de la norma "NTE-PPA".

Artículo 56: Red vertical de saneamiento.

Este apartado, se refiere a los sistemas que van a evacuar las aguas de lluvia y otros residuos, desde donde se recojan, hasta el punto de almacenamiento, que es la red de alcantarillado.

Referido a este apartado, todos los procesos deben estar bajo la normativa "NTE-ISS" referida a la instalación de saneamiento, donde engloba cosas tales como el funcionamiento de los materiales, de los equipos, mediciones, seguridad a la hora de llevar a cabo la instalación y la ejecución de las obras referidas a este tema.

Artículo 57: Instalaciones de la red eléctrica de baja tensión.

Como todas las instalaciones de este tipo, tendrán que cumplir lo que se especifica en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, además de ceñirse a lo que se ha estimado en el Proyecto referido a materiales, aparatos...

A parte de este Reglamento, tendrán que cumplir las siguientes Normativas:

- Instalaciones eléctricas de baja tensión: NTE-IBE.
- Alumbrado interior: NTE-IEI.
- Puesta a tierra: NTE-IEP.
- Instalación de electricidad y redes exteriores: NTE-IER.
- Redes subterráneas para distribución de energía eléctrica: INSTRUCCIÓN MIE-BT.

Los montajes referidos a este apartado, deben adaptarse a lo establecido en el Proyecto con una exactitud alta y en caso, de que sea necesaria alguna modificación, la persona o empresa encargada del montaje de la instalación, deberá dar parte al Director de Obra y si este lo considerase oportuno, se llevaría a cabo.

Las partes importantes en esta instalación son:

- Canalizadores. Estos canalizadores serán necesarios para llevar todos los cables desde el cuadro principal a los distintos puntos de la instalación, como todas estas instalaciones, deben seguir las especificaciones que vienen dadas en las Instrucciones de MIE BT 005, 006 y 007, referidas a este tipo de instalaciones. Dependiendo del local

donde vaya a parar ese cable, los tubos conductores serán de metal o de P.V.C., dependiendo de la cantidad de humedad que tenga dicho establecimiento.

- Cajas de empalme y derivación. Las cajas, tienen que ser obligatoriamente de materiales que soporten la corrosión tales como plásticos o chapa y deben ir aislados en su parte interior. Algunas de ellas, tendrán también que disponer de un cierre hermético, debido a que algunos locales tienen riesgo de incendio o explosión, evitando así riesgos para las instalaciones considerables.

Estas cajas no pueden sobrepasar los 40 milímetros de profundidad, por los 80 milímetros de diámetro, además de que deberán ir unidas a los tubos protectores de una manera totalmente segura y aislada.

- Protección de las instalaciones. Las sobre intensidades que se pueden dar en un circuito, son un elemento muy peligroso y dañino, por lo que las interrupciones de este circuito se harán en base a las posibles sobre interrupciones que se puedan dar en la instalación. Todos los conductores de un circuito, salvo el de protección, están protegidos contra las sobre intensidades que puedan tener lugar.

Esta protección, se va a llevar a cabo gracias la instalación de interruptores automáticos de corte omnipolar; además de interruptores automáticos diferenciales de la sensibilidad adecuada, reflejado en el MIE BT 021.

#### Artículo 58: Equipos eléctricos.

Las especificaciones para el cobre que va a componer los cables son:

- Conductividad mínima: 98%.
- Carga de rotura inferior a 24 kg/mm<sup>2</sup>.
- Tolerancias de la sección real serán de entre 1,5% y 3%.
- Roturas no superiores al 20%.

Si la sección, es un 3% menor que la normal, no será admitido el cobre. Este, estará formado por hilos y cables sencillos de cobre estañado, recubiertos por algunos tipos de gomas o trenzados de algodón.

Como hilos flexibles, podemos tener dos tipos, los que van a estar dentro de aparatos metálicos o al menos en contacto con ellos y los que necesitan de aparatos, para quedarse suspendidos en el aire para que estos no tengan contacto con las partes metálicas de estos aparatos; el primer tipo de cables, es obligatorio que lleven al menos dos capas de protección de goma y una cubierta protectora, mientras que los primeros, con una capa es suficiente.

Los aislantes de los que se hablan, deben ser muy eficaces; tanto es así que las protecciones contra la humedad deben tener la característica de que sumergiendo un trozo, previamente cubiertos de parafina sus extremos, durante un día y en agua potable a 20° C, el peso del conductor, descontado el cobre y bien enjugada la superficie, no aumente más de un 10%.

Los tubos por los que va a ir el cableado en interiores, es el tubo denominado de tipo Bergman, circulares, con diámetro suficiente para que los conductores no ocupen más de la mitad de la sección del tubo, con la ventaja de que se puedan sustituir fácilmente. Los tubos por los que irá el cableado en exteriores, serán de fibrocemento o de plástico, con un diámetro de 100 milímetros.

Las cajas de derivación serán de chapa o hierro fundido y todos los puntos de luz deberán tener una. El modelo de la caja que se va a instalar deberá ser presentado por el Contratista y que, a su vez, deberá de aprobar el Director de la Obra o uno de sus encargados, con competencias en la materia. Los fusibles tendrán que estar siempre sobre un material aislante no combustible y contruidos de tal forma, para que no puedan proyectarse metales al fundirse.

Los fusibles no podrán ser de rosca ni ebonita, ni de pastas carbonizadas. Las cajas donde se encuentren los fusibles, serán metálicas y de una construcción fuerte, además de contar con un cierre perfecto. Los interruptores serán fijos, para que no puedan formar un arco permanente y corten la corriente de manera instantánea cuando sea necesario. La tapa que los recubre deberá ser de material no metálico para evitar cortocircuitos. El Contratista será el encargado de presentar los distintos modelos de portafusibles y de interruptores, que se van a poner en las obras pertinentes, para que el Director de la Obra o una persona encargada, dé el visto bueno. Los cuadros serán de chapa y los accesorios eléctricos, tales como pulsadores, bornes, lámparas... deberán de ser de alta calidad y de marcas que estén perfectamente homologadas para tal fin.

Artículo 59: Tuberías enterradas de P.V.C. para el abastecimiento.

Las tuberías deberán rellenarse, por motivos de seguridad, en fragmentos menores de 100 metros y para proceder a este relleno tendrá que hacerse bajo la autorización del Director de la Obra. Esta tubería, será puesta sobre una capa de unos 10 centímetros, formada por materiales de un tamaño menor a 20 milímetros, evitando fragmentos grandes y angulosos. El material utilizado sobre el que se apoyará la tubería será un material no plástico, el cual apelmazaremos hasta que su densidad sea mayor del 95%.

Cuando ya se haya colocado la tubería y se hayan puesto las juntas, se hará el relleno del tubo a ambos lados, siempre con el mismo material con el que se ha relleno el resto, con capas de unos de 15 centímetros y con el mismo grado de compactación con el que se ha realizado la fase anterior. El tercer paso, será el volver a llenar la zanja, cubriendo el tubo con la tierra, pasada una altura de este de 30 centímetros. Una vez se hayan hecho estas indicaciones habrá que prensar los extremos del tubo y dejar menos compacta la zona central. Todo lo relativo a este punto, será bajo lo plasmado en el Pliego de prescripciones técnicas generales para las tuberías de abastecimiento en poblaciones.

Artículo 60: Tuberías de P.V.C. de saneamiento.

Este tipo de tuberías se van a clasificar según, la carga que soportan, el espesor y su diámetro; la relación que existe entre las dos últimas características se denomina "clase" según las normas internacionales ISO. Las tuberías usadas para este cometido serán

de tipo 41, cuya carga de aplastamiento será de 13.500 kg/m<sup>2</sup> y un módulo de rigidez mayor o igual a 4 N/m<sup>2</sup>.

Se unirán entre ellas gracias a una junta elástica y se colocarán en la zanja sobre una capa de arena de unos 15 centímetros de espesor, compacta y con huecos para poner los apoyaderos a lo largo de toda la tubería. Para que su disposición sea eficaz, deberán estar alineadas y perfectamente encajadas, verificando que pasen la prueba de estanqueidad y después se procederá a rellenar con arena hasta la cota correspondiente. Todo lo relativo a este punto, será bajo lo plasmado en el Pliego de prescripciones técnicas generales para las tuberías de abastecimiento en poblaciones.

#### Artículo 61: Instalaciones de las tuberías.

Cuando las tuberías estén ya colocadas, habrá que comprobar que se haya realizado bien y hacer, los estudios pertinentes en lo que a presión y estanqueidad se refieren, para ello las instalaciones se irán llenando de agua de forma lenta, que no supere los 0,3 m/s y poco a poco, se irá aumentando la presión hasta llegar a 1,4 veces la presión de trabajo que es la presión a la que ha sido diseñada esta instalación, manteniendo esta presión durante alrededor de media hora.

La prueba de esta instalación se hará con la presión de prueba, oscilando como máximo a 0,5 kg/cm<sup>2</sup> y todas las fugas que se adviertan en esta prueba tendrán que ser corregidas en un plazo de tiempo que será establecido por el Director de Obra. Los gastos que estas pruebas acarreen, serán sufragados por el Contratista, además de correr con los gastos de que, en caso de que estas pruebas provoquen unos retrasos en la percepción de agua y haya que transportarla de otro lugar.

#### Artículo 62: Arquetas y pozos de registro.

En lo referido a las conexiones entre las tuberías y caños se efectuarán a las cotas debidas y las tapas de las arquetas y los pozos también se tendrán que ajustar también al mismo nivel. Las indicaciones a seguir para poner estos elementos son:

- La construcción de los pozos se hará con las condiciones establecidas en el Proyecto, cuyas dimensiones y lugares a construir estarán plasmados en los planos.
- El alzado de los pozos, se hará por metro ciñéndose a los planos, que darán la información necesaria en lo referido a la colocación de los rulos de hormigón.

El precio de los pozos está en el presupuesto, en el apartado de las excavaciones, con el transporte de los elementos sobrantes hasta un lugar acondicionado para ello y el relleno de estos con materiales de la propia excavación o de préstamos autorizados; estos, como en anteriores obras que se han desarrollado, se prensará el relleno, que no debe exceder de un espesor de 20 centímetros, hasta obtener una densidad del 95%.

Artículo 63: Tapas de las arquetas.

Deben de ser de un material compacto y duro, para evitar daños por cortes o taladros. Los elementos interiores y exteriores de estas piezas deberán ser acabados de una forma limpia y cuidadosa, evitando rebabas mayormente. Cuando estas sean para colocar en la calzada, serán de fundición reforzada y cuando sean para otro emplazamiento, serán de fundición normal; variando el precio de una a otra.

Artículo 64: Válvulas de esfera.

Este elemento es totalmente necesario y las válvulas que se instalen tendrán que seguir las correcciones que establecen la norma ISO 5208 y la norma NFE 29324 con las siguientes características:

- Empalme para poder instalar tuberías de P.V.C.
- Mando de fundición dúctil, de 30x30 milímetros.

Respecto a los materiales que se van a utilizar para la instalación de las válvulas, deben de seguir unas pautas, que son:

- Eje formado por dos anillos tóricos y un retén.
- Tener un guardapolvos para evitar la entrada de impurezas.
- Llevar instalado un cierre de función dúctil, para evitar rozamientos, revestido por caucho de tipo EPDM, tanto exterior, como interiormente.
- Tornillos de acero protegidos contra corrosiones.

Como válvula, sus calidades deben de cumplir unas calidades de estanqueidad muy eficaces.

Artículo 65: Instalaciones y su maquinaria.

Todo lo referido a este apartado, será lo que se establezca en los documentos referidos del proyecto, desde sus características, hasta que deben ser máquinas nuevas, sin uso; los equipos estarán coordinados entre ellos para evitar desajustes puntuales. La Dirección de Obra podrá hacer pruebas previas a la instalación, para verificar que el funcionamiento de estas máquinas es correcto.

Es muy importante, tener presentes las distintas especificaciones que marcan las Normas y Reglamento en referencia a estos elementos, que se podrían resumir en que deben de cumplir:

- Obligatoriedad de homologación estatal.
- Como mínimo, estas máquinas deberán de tener un año de garantía.
- Tendrá elementos necesarios para asegurar la seguridad de quienes las vayan a utilizar y para impedir daños al resto de las instalaciones.

### **EPÍGRAFE III: CONTROL DE CALIDAD.**

Artículo 66: Control de los componentes del hormigón.

Como el hormigón es un material que está compuesto por otros muchos elementos, es necesario hacer un análisis del hormigón como tal y también, de los distintos componentes que tiene el hormigón. Este control se va a realizar, antes de echar hormigón y durante el hormigonado.

- Cemento.

Para la supervisión del cemento, tenemos tres análisis que son obligatorios de hacer, recogido su procedimiento en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos:

- Físico: Densidad, tiempo del fraguado, expansión y finura del molido.
- Mecánico: Resistencia a la flexión, tracción y compresión.
- Químico: Se refiere al estudio de los compuestos que lo forman y las cantidades en las que se encuentran.

Los controles que se realizarán durante el hormigonado de las obras serán:

- Pérdida al fuego.
- Residuo insoluble.
- Finura de molido.
- Principio y fin de fraguado.
- Resistencia a flexión, tracción y compresión.

Si el Director de la Obra considera que las garantías que ofrece el fabricante son suficientes, podrían sustituir a todos estos estudios, siempre y cuando este certificado vaya acompañando a cada partida de material que llegue a la obra.

- Agua.

En la primera fase del control, siempre y cuando no existan ya antecedentes del uso de estas aguas, los estudios a realizar serán:

- pH: Porcentaje de las sustancias disueltas.
- Porcentaje que existe de sulfatos.
- Determinación del ion Cloro.
- Porcentaje de hidratos de carbono.
- Porcentaje de sustancias solubles en éter.

En la segunda fase, los controles en el agua no tendrán cabida.

- Áridos.

Estudios de control en la primera fase:

1) Áridos finos: Arenas.

- Cálculo del contenido en terrones de arcilla.
- Cálculo del contenido en finos que burlan el tamiz de 0,080 UNE 7050.
- Cálculo del contenido en materiales que no pasan el tamiz 0,063 UNE 7050.
- Cálculo del contenido de compuestos azufrados.
- Cálculo del coeficiente de la forma.
- Reactividad potencial frente a los álcalis del cemento.

Lo anteriormente citado, son controles generales, aunque en algunos casos específicos también necesitarán controles como por ejemplo de la resistencia a las heladas o del desgaste. En la segunda fase, los controles en el agua no tendrán cabida.

Artículo 67: Criterios de aceptación y rechazo en los controles.

- Cemento: Se van a rechazar las partidas que no cumplan las condiciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-91).
- Agua: En caso de ensayo se rechazarán las aguas que no cumplan lo especificado en la instrucción EHE.
- Áridos: En caso de ensayo se rechazarán las aguas que no cumplan lo especificado en la instrucción EHE.

Artículo 68: Niveles de control de hormigón.

Cuando ya se ha hecho el hormigón y se han comprobado las características de los materiales que lo componen, se controla que dichas cualidades se sigan manteniendo durante el hormigonado, para ello, en base a la resistencia del proyecto del hormigón a comprensión ( $f^{\wedge}$ ) y al coeficiente de minoración del hormigonado ( $\gamma$ ) se fijará un tipo de nivel de control. En los cálculos de la construcción objeto del proyecto, se establece un nivel de control NORMAL, considerando un coeficiente de minoración del hormigón ( $gG = 1.5$ ).

Los controles a realizar, sobre la resistencia del hormigón, se adaptarán a lo especificado en los Art. 85-90 de la EHE.

Artículo 69: Controles normales del hormigón.

Los controles de calidad del hormigón se clasifican en dos:

- Ensayo de la resistencia: Es el estudio por el cual se verifica la durabilidad de un hormigón a largo plazo.
- Ensayo de la consistencia: Este ensayo se lleva a cabo con el Cono de Abrams, que es un instrumento metálico que se utiliza cuando el hormigón está en su estado fresco para medir su consistencia ("fluidez" o "plasticidad" del hormigón fresco).

Artículo 70: Niveles de control del acero.

Partiendo del coeficiente de minoración del acero, se establecerán tres niveles de control; basándose en que un coeficiente de minoración para este, a nivel normal sería de 1,15.

Los controles que se deben llevar a cabo a efectos de este tipo de materiales, son los plasmados en la EHE.

Artículo 71: Control normal del acero.

Los controles a seguir son:

- Cada partida debe entrar en la obra, con las garantías del fabricante que verifique que cumple las especificaciones de la EHE.
- Tomar dos probetas por cada partida de 20 toneladas y sobre estas, verificar que cumplan las características de la EHE y los ensayos de doblado y doblado-desdoblado.

## **4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

### **EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL.**

Artículo 72: Base fundamental.

La base principal, sobre la que se sustenta este capítulo, es que el Contratista va a cobrar el importe de todos los trabajos efectuados en la obra, siempre y cuando se hayan ceñido al Proyecto y Condiciones generales y particulares que determinen este proyecto.

### **EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZA.**

Artículo 73: Garantías.

Al Contratista, el Técnico Director de la Obra le puede exigir una garantía, para verificar que está cumpliendo meticulosamente el Contrato. Esta garantía se puede traducir en referencias bancarias o de otras entidades o personas; en caso de que sean pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

Artículo 74: Fianzas.

Para que el Contratista se comprometa a cumplir lo determinado en el Contrato, se le puede requerir una fianza del 10% del presupuesto de las obras que se van a llevar a cabo en este Proyecto.

Artículo 75: Ejecución de los trabajos con cargos a la fianza.

En caso de que el Contratista se negase a hacer por los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Técnico Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, abonando su importe con la fianza depositada, sin tener en cuenta las acciones legales a las que pueda recurrir el propietario si la fianza no cubra el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra correspondientes.

Artículo 76: Devolución de la fianza.

La fianza se devolverá al Contratista en un plazo no superior a los 8 días, contando desde el día en que se firme el acta de recepción definitiva de la obra. Este acta se firmará cuando el Contratista verifique gracias a un certificado, entregado por el Alcalde del Distrito Municipal de la población donde se encuentre la obra, que no existe ninguna reclamación contra él, por daños y perjuicios de su cuenta por impagos o deudas, ni por indemnizaciones por accidentes laborales.

### **EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES.**

Artículo 77: Precios contradictorios.

Cuando surja el problema de que cambie el precio de algún elemento de la obra, los pasos a seguir serán:

- El Contratista por escrito y firmado por él, expondrá el precio que él cree conveniente.
- La Dirección Técnica, decidirá el criterio sobre el que se deba de actuar.
- Si los dos pasos anteriores, son conformes, se procederá a formular, por la Dirección Técnica, el Acta de Avenencia, donde queda reflejado el precio conveniente.
- Si no fuese posible consensuar un precio, el Director dejará que el propietario de la obra elija sobre lo que es conveniente para acordar el precio; o bien aceptar el precio del Adjudicatario, o bien no aceptarlo y relevar las obras a la administración o a un Adjudicatario diferente.

El fijar el precio contradictorio, se hará antes de comenzar una nueva unidad de obra, ya que si se comienza esta unidad, el Adjudicatario tendrá que aceptar el precio que le sea marcado por el Director de Obra.

#### Artículo 78: Reclamaciones por aumento de los precios.

Si el Contratista no presenta la reclamación por los precios fijados, antes de la firma del contrato, no podrá bajo ningún concepto hacerlo después, porque sean insuficientes. Tampoco podrá alegar quejas sobre nada basado en las obras que quede reflejado en la Memoria, puesto que este documento no está hecho en base a la Contrata.

Los fallos que vayan surgiendo en las unidades de obra, por errores en los cálculos, en los materiales o en el precio, se podrán solucionar en ese mismo momento, pero no se cambiarán a efectos de rescisiones del contrato; que ya se habrán señalado en la Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa. Las equivocaciones materiales no cambiarán la baja proporcional de la Contrata, en base al importe del Presupuesto que servirá de base a la misma, pues la baja se fijará siempre por relación entre las cifras de dicho Presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

#### Artículo 79: Revisión de precios.

Como la variabilidad del mercado es enorme, se podrán hacer revisiones de los precios establecidos en el Proyecto, bien sea al alza, o a la baja, siempre teniendo en cuenta los precios del mercado.

Cuando el precio se revise al alza, el Contratista podrá recurrir al propietario para hacer esta regulación; donde se tendrán que poner de acuerdo ambas partes, antes de comenzar o seguir las obras en las que va a influir esta revisión y especificando desde qué fecha comenzará a aplicarse el nuevo precio acordado, por ello es muy importante tener en cuenta si ya se hubiesen comprado los materiales, para saber si están total o parcialmente pagados por el propietario.

En caso de que el Director de la Obra o el propietario no estuviesen de acuerdo en los nuevos precios planteados por el Contratista, éste, estaría en la obligación de aceptar los datos que el Ingeniero Técnico le marcara, estos precios serían basándose en los precios adquiridos por el Contratista al principio de la revisión. En caso de que el propietario no quede conforme con los nuevos precios establecidos, convocará la baja entre las dos partes de los precios unitarios vigentes en la obra.

Cuando entre los documentos aprobados por parte de las dos partes, existiesen los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento parecido al que se hace cuando existe alza en los precios iniciales.

Artículo 80: Elementos que abarca el Presupuesto.

Cuando se fijen los precios de la unidades de obra, se tendrán en cuenta todos los elementos, como son el andamiaje, vallas, portes de los materiales etc. y demás elementos auxiliares de las obras, así como impuestos, multas indemnizaciones y demás pagos que se vayan haciendo y tengan que ver con la obra, es por esto, que el Contratista no recibirá ninguna cantidad por estos factores.

Además, en cada unidad de obra, van incluidos los materiales, accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y de modo que ya pueda comenzarse a utilizar.

#### **EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.**

Artículo 81: Valoración de las obras.

La valoración de la obra, siempre se hará en base a las unidades de obra que se hayan acordado en el consiguiente presupuesto, es decir, aplicando el precio acordado en ese presupuesto, junto los porcentajes correspondientes al beneficio industrial.

Artículo 82: Mediciones parciales y finales.

Tanto las mediciones parciales como las finales, serán examinadas en estricta presencia del Contratista, la diferencia es que, naturalmente, las finales se realizarán cuando las obras hayan finalizado. En ambas habrá que levantar y firmar un acta doble que será firmada obligatoriamente por ambas partes; el acta llevará los contenidos relativos a la conformidad entre el contratista o en caso de que este no pueda, a su representante legal. Si por cualquier motivo no existiese conformidad entre las partes, no se podrán cerrar las actas, dejando constancia de la ampliación y los motivos.

Artículo 83: Equivocaciones en las mediciones.

Suponiendo que el Contratista ha comprobado meticulosamente cada documento que compone el proyecto y que, al no reclamar, no existe ningún tipo de fallo en los cálculos realizados o error en general, en caso de que las unidades de obra sean más de las necesarias no tiene derecho a reclamación alguna y al igual, en el caso contrario de que haya menos unidades de obra que las que sean necesarias, se descontarán del presupuesto.

Artículo 84: Liquidaciones parciales y su carácter provisional.

Estas liquidaciones parciales tienen un carácter provisional, sujeto a certificaciones y variaciones de la liquidación normal. El Propietario está en el derecho de que, cuando

se hagan efectivas las liquidaciones parciales, exigirle al Contratista que le muestre que ha cumplido con su parte de la obra, como son los pagos a los operarios, que los materiales sean de la calidad exigida... por ello, el Contratista deberá de presentar si se le exigen, los comprobantes de que está haciendo todo correctamente.

#### Artículo 85: Pagos.

Los pagos lo hará el propietario al día, es decir, cumpliendo los plazos que se acordaron, siendo el importe de estos el que se corresponda con el de las Certificaciones de obra, redactadas por el Técnico Director de la obra.

#### Artículo 86: Suspensión por retraso de pagos.

El Contratista no puede, bajo ningún concepto, tomarse la libertad de suspender las obras o aminorar su avance, en caso de que se produzcan retrasos en los pagos, pues debe de cumplir de cualquier manera los plazos anteriormente acordados.

#### Artículo 87: Indemnización por retraso de pagos.

Los importes de estas indemnizaciones, se le serán abonados al Contratista cuando existan retrasos no justificados; el importe sumarán la cantidad que corresponda a los perjuicios causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

#### Artículo 88: Indemnizaciones al Contratista por daños de causa mayor.

Este tipo de indemnizaciones no se refiere a daños ocurridos en las obras por averías o pérdidas en las obras, sino que engloba daños producidos por causas mayores como son:

- Daños debidos a incendios de electricidad atmosférica.
- Daños debidos a terremotos o maremotos.
- Daños debidos a vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos mayores a las que se hayan previsto para el país, siempre y cuando se demuestre que el Contratista tomó las medidas exactas para la prevención de daños.
- Daños debidos a movimientos del terreno sobre el que están teniendo lugar las obras.
- Daños debidos a destrozos provocados por tiempos de guerra, mano armada o robos de gran envergadura.

Estas indemnizaciones se encargarán de cubrir las unidades de obra ya realizadas o materiales que se encuentren en la obra, nunca cubrirá materiales auxiliares o maquinaria que sea propiedad del Contratista.

## **EPIGRAFE V: VARIOS.**

Artículo 89: Mejoras de las obras.

No dará lugar realizar mejoras en las obras en caso de que el Director de Obra ordene la ejecución de trabajos nuevos o que se mejore la calidad de los contratados, además de que pueden mejorar la calidad de los materiales o aparatos que se hayan acordado en el contrato.

No se podrán admitir tampoco aumentos de obra en caso de que exista un error en las mediciones del Proyecto y no haya sido subsanado antes, a no ser que el Técnico Director ordene por escrito la ampliación de estas obras.

Artículo 90: Seguros de los trabajos.

El Contratista tiene la obligación de asegurar los trabajos, durante el tiempo que duren las obras y hasta que sea el momento de la recepción final; naturalmente, la cuantía de estas aseguraciones será igual al valor que tengan en la contrata los elementos asegurados. En caso de que tenga lugar un siniestro, la Aseguradora abonará el importe de los daños a nombre del propietario, para así ir dando el dinero al Contratista según conlleve el momento en el que se encuentre las obras.

El dinero que se le vaya asignando al Contratista denominado reintegro, se irá entregando, al igual que el resto de trabajos, mediante certificaciones; nunca podrá el propietario disponer de este dinero para acciones ajenas a la parte siniestrada, a no ser que esté en conocimiento del Contratista y este acepte. En caso de que el propietario incumpla lo anteriormente acordado, puede ser motivo suficiente para que el Contratista rescinda la contrata y se le haga entrega de las fianzas, abono del precio de los materiales, y demás gastos, además de una indemnización que cubra los daños producidos al Contratista por el siniestro, equivalentes a lo que corresponde a la indemnización percibida por la Aseguradora. Además de estas especificaciones, los daños también serán tasados por el Técnico Director y así poder calcular la indemnización.

Cuando sean obras de reforma o de reparación, será necesario saber cuál es la parte de la obra que se debe indemnizar, además de la cuantía y si no se especificara este apartado, se entendería que la aseguradora deberá tasar todo el edificio al completo.

Los riesgos asegurados y las condiciones de la póliza serán revisados por el Contratista antes de que sean contratados, además de estar en conocimiento del propietario y que este esté conforme con lo acordado.

## 5. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Artículo 91: Jurisdicciones.

Cuando exista cualquier tipo de litigio durante o después de las obras entre las partes, tendrán que presentarse a un juicio presidido por el Técnico Director y por el Tribunal de Justicia que corresponda al partido judicial del término municipal de las obras.

El Contratista es responsable de que se lleven a cabo las obras de forma idéntica a la establecida en el Contrato y en los distintos documentos que componen el Proyecto.

El Contratista, además, se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de trabajo y a lo establecido en las de Subsidio familiar, Accidentes de trabajo y Seguros sociales.

El Contratista tendrá el deber de proteger con un vallado perimetral las obras, para evitar intrusismo de personas ajenas a la finca o sabotaje por parte de propietarios colindantes; en caso de que alguna de estas dos condiciones tengan lugar, tendrá que poner en conocimiento de ello al Técnico Director.

El Contratista es el primer responsable en caso de incumplir las políticas urbanas o las Ordenanzas Municipales relativas al municipio en el que se estén desarrollando las obras.

Artículo 92: Accidentes de trabajo y daños a terceros.

Cuando en el ejercicio de las obras tengan lugar accidentes, el Contratista deberá ceñirse a lo estipulado en la legislación vigente del momento, siendo el único responsable de que esta se cumpla, sin que quede afectada la propiedad por responsabilidades de este tipo.

Dentro de la legislación, el Contratista será el responsable de tomar las medidas de seguridad suficientes para que no existan daños a los obreros o viandantes en todos los puntos de la obra. En caso de que se produzcan daños, el Contratista o su representación física en la obra, serán los únicos responsables, puesto que los precios de las medidas de seguridad están incluidos en los gastos referidos a la obra.

El Contratista será responsable en caso de que, por inexperiencia o descuido, haya problemas en las obras, por lo tanto correrán de su cuenta las indemnizaciones pertinentes que haya que pagar.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las legislaciones vigentes sobre la materia, presentando cuando fuese necesario el justificante de dicho cumplimiento.

Artículo 93: Pagos de arbitrios.

Cuando haya que efectuar los pagos de los impuestos o arbitrios, sobre alumbrado u otros elementos de la obra que se tengan que abonar durante la ejecución, serán pagados por el Contratista, siempre que no se especifique lo contrario en las condiciones particulares del Proyecto. Si el Técnico Director lo considera necesario, el contratista será reintegrado del importe de estos pagos.

Artículo 94: Causas de rescisión del contrato.

Se rescindirá el contrato cuando sobrevengan los siguientes casos:

- Muerte o incapacidad del Contratista.
- Quiebra del Contratista.

En estos casos, si los herederos ofrecieran reanudar las obras, bajo las condiciones que quedaron estipuladas en el contrato, el Propietario tendrá la capacidad de aprobar o rechazar este ofrecimiento, sin que tengan derecho a indemnización alguna.

- Alteraciones del contrato por causas como la modificación del proyecto presentando alteraciones fundamentales de este en opinión del Técnico Director y siempre y cuando la variación de este proyecto o suponga como mínimo un 40% de la unidades modificadas.
- Suspensión de la obra comenzada o cuando la obra adjudicada no comience en un plazo no superior a tres meses, por lo que si ocurre esto la devolución de la fianza será inmediata.
- Suspensión de la obra comenzada, cuando el plazo exceda un año.
- Cuando la Contrata no cumpla los plazos de trabajo establecidos en las condiciones particulares del proyecto.
- El no cumplimiento de las condiciones del contrato y se denote que ha sido por descuido o mala fe en perjuicio de las obras.
- Que termine el plazo de la obra y o se haya terminado ésta.
- El abandono de la obra sin una causa justificada.
- Mala fe en la ejecución de los trabajos.

Artículo 95: Disposición final.

En todo lo no previsto en este Pliego de Condiciones, formado por los cuatro títulos siguientes:

Título I: Pliego de Condiciones de Índole Técnica.

Título II: Pliego de Condiciones de Índole Facultativa.

Título III: Pliego de Condiciones de Índole Económica.

Título IV: Pliego de Condiciones de Índole Legal.

INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  
EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO  
2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA)

Serán de aplicación, con carácter de normas supletorias los preceptos del texto articulado de la Ley y Reglamento de Contratación, actualmente vigentes, así como supletoriamente la Ley de Procedimiento Administrativo.

Los documentos del presente proyecto y las normas de aplicación vigentes, constituyen el contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes.

Soria, 20 de junio de 2022

Fdo:

Alumno: Alonso Sanz Tejedor



INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  
EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO<sub>2</sub>. PARCELA 323 DEL POLÍGONO  
2 DEL MUNICIPIO DE NARROS (SORIA)

# **DOCUMENTO Nº4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS:**

- RESUMEN DE PRECIOS UNITARIOS
- RESUMEN DE PRECIOS AUXILIARES
- RESUMEN DE PRECIOS DESCOMPUESTOS
- LISTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

|           |                                                                                             |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN<br/>DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                               |

## Resumen de precios unitarios

| CÓDIGO   | Ud. | DESCRIPCIÓN                                | PRECIO   |
|----------|-----|--------------------------------------------|----------|
| M02GE020 | h.  | Grúa telescópica autoprop. 25 t. ....      | 86,74    |
| M02GE050 | h.  | Grúa telescópica autoprop. 60 t. ....      | 122,60   |
| M02GT250 | ms  | Alquiler grúa torre 40 m. 1000 kg. ....    | 1.622,70 |
| M02GT320 | ud  | Mont/desm. grúa torre 40 m. flecha ....    | 3.077,12 |
| M02GT360 | ms  | Contrato mantenimiento .....               | 45,08    |
| M02GT370 | ms  | Alquiler telemando .....                   | 189,32   |
| M02GT380 | ud  | Tramo de empotramiento grúa torre .....    | 2.103,54 |
| M03HH020 | h.  | Hormigonera 200 l. gasolina .....          | 1,90     |
| M03HH030 | h.  | Hormigonera 300 l. gasolina .....          | 2,30     |
| M05EC110 | h.  | Miniexcavadora hidráulica cadenas 1,2 t. . | 27,04    |
| M05EN030 | h.  | Excav.hidráulica neumáticos 100 CV .....   | 40,26    |
| M05PN010 | h.  | Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3 ...  | 37,86    |
| M05PN020 | h.  | Pala cargadora neumáticos 155 CV/2,5m3 ... | 45,07    |
| M06CM010 | h.  | Compre.port.diesel m.p. 2 m3/min 7 bar ... | 1,66     |
| M06MI010 | h.  | Martillo manual picador neumático 9 kg ... | 0,63     |
| M08CA110 | h.  | Cisterna agua s/camión 10.000 l. ....      | 26,40    |
| M08NM020 | h.  | Motoniveladora de 200 CV .....             | 56,00    |
| M08RI010 | h.  | Pisón vibrante 70 kg. ....                 | 2,10     |
| M08RN020 | h.  | Rodillo vibrante autopropuls.mixto 7 t. .. | 31,00    |
| M11HV120 | h.  | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm. . | 3,55     |
| M13EA510 | d.  | Panel metalico-fenol. 3,00x1,00 .....      | 0,94     |
| M13EA520 | d.  | Grapa union paneles met. ....              | 0,07     |
| M13EA530 | d.  | Tuerca palomilla .....                     | 0,01     |
| M13EA540 | d.  | Placa tuerca palomilla .....               | 0,01     |
| M13EA550 | d.  | Barra dywidag 1,00 m. ....                 | 0,01     |
| M13W408  | Ud  | Instalación Maquinaria .....               | 1,00     |
| O01OA030 | h.  | Oficial primera .....                      | 14,70    |
| O01OA040 | h.  | Oficial segunda .....                      | 13,80    |
| O01OA050 | h.  | Ayudante .....                             | 13,36    |
| O01OA060 | h.  | Peón especializado .....                   | 12,81    |
| O01OA070 | h.  | Peón ordinario .....                       | 12,72    |
| O01OB010 | h.  | Oficial 1ª encofrador .....                | 14,73    |
| O01OB020 | h.  | Ayudante encofrador .....                  | 13,81    |
| O01OB030 | h.  | Oficial 1ª ferralla .....                  | 14,73    |
| O01OB040 | h.  | Ayudante ferralla .....                    | 13,81    |
| O01OB090 | h.  | Oficial soldador, alicatador .....         | 14,35    |
| O01OB110 | h.  | Oficial yesero o escayolista .....         | 14,35    |
| O01OB120 | h.  | Ayudante yesero o escayolista .....        | 13,63    |
| O01OB130 | h.  | Oficial 1ª cerrajero .....                 | 14,35    |
| O01OB140 | h.  | Ayudante cerrajero .....                   | 13,50    |
| O01OB150 | h.  | Oficial 1ª carpintero .....                | 15,09    |
| O01OB160 | h.  | Ayudante carpintero .....                  | 13,63    |
| O01OB170 | h.  | Oficial 1ª fontanero calefactor .....      | 14,73    |
| O01OB180 | h.  | Oficial 2ª fontanero calefactor .....      | 13,81    |
| O01OB200 | h.  | Oficial 1ª electricista .....              | 14,57    |
| O01OB210 | h.  | Oficial 2ª electricista .....              | 13,63    |
| O01OB220 | h.  | Ayudante electricista .....                | 13,63    |
| P01AA020 | m3  | Arena de río 0/6 mm. ....                  | 15,39    |
| P01AA030 | t.  | Arena de río 0/6 mm. ....                  | 10,26    |
| P01AA084 | kg  | Arenilla de polvo de mármol .....          | 0,06     |
| P01AF040 | t.  | Zahorra artifici. huso Z-3 DA<25 .....     | 6,80     |
| P01AG020 | t.  | Garbancillo 4/20 mm. ....                  | 11,03    |
| P01AG150 | m3  | Morro 80/200 mm. ....                      | 14,74    |
| P01BT020 | ud  | B.termoarcilla Ceratres 30x19x19 .....     | 0,67     |
| P01CC020 | t.  | Cemento CEM II/B-P 32,5 N sacos .....      | 86,44    |
| P01CY080 | t.  | Escayola en sacos .....                    | 51,39    |
| P01DA030 | kg  | Mortero cola Cleintex Porcelánico blanco . | 0,65     |
| P01DA110 | kg  | Mortero cola blanco ligantes mixtos .....  | 0,49     |
| P01DC010 | l.  | Desencofrante p/encofrado metálico .....   | 2,16     |
| P01DW050 | m3  | Agua .....                                 | 0,70     |
| P01DW090 | ud  | Pequeño material .....                     | 0,75     |
| P01HA010 | m3  | Hormigón HA-25/P/20/I central .....        | 71,16    |
| P01HB010 | m3  | Bomb.hgón. 4la55 m3, pluma <=32m .....     | 11,73    |
| P01HM020 | m3  | Hormigón HM-20/P/40/I central .....        | 68,38    |
| P01LT020 | mud | Ladrillo perfora. tosco 25x12x7 .....      | 54,09    |

|           |                                                                                     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN<br>DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                              |

## Resumen de precios unitarios

| CÓDIGO    | Ud. | DESCRIPCIÓN                                   | PRECIO |
|-----------|-----|-----------------------------------------------|--------|
| P01MC010  | m3  | Mortero preparado en central (M-100) .....    | 53,50  |
| P01MC040  | m3  | Mortero 1/6 de central (M-40) .....           | 50,09  |
| P01UC030  | kg  | Puntas 20x100 .....                           | 0,74   |
| P02CVC010 | ud  | Codo M-H PVC j.elást. 45° D=160mm .....       | 11,58  |
| P02CVM010 | ud  | Manguito H-H PVC s/tope j.elást. D=160mm .    | 8,49   |
| P02CVM030 | ud  | Manguito H-H PVC s/tope j.elást. D=250mm .    | 46,13  |
| P02CVW010 | kg  | Lubricante tubos PVC j.elástica .....         | 6,90   |
| P02EAT040 | ud  | Tapa cuadrada HA e=6cm 70x70cm .....          | 23,10  |
| P02THE150 | m.  | Tub.HM j.elástica 60kN/m2 D=300mm .....       | 9,53   |
| P02TVO010 | m.  | Tub.PVC liso j.elástica SN2 D=160mm .....     | 5,78   |
| P02TVO030 | m.  | Tub.PVC liso j.elástica SN2 D=250mm .....     | 13,55  |
| P03AA020  | kg  | Alambre atar 1,30 mm. ....                    | 0,93   |
| P03AC010  | kg  | Acero corrugado B 400 S 6 mm .....            | 0,44   |
| P03AC160  | kg  | Acero corrugado B 500 S 16 mm .....           | 0,41   |
| P03AC210  | kg  | Acero corrug. B 500 S pref. ....              | 0,59   |
| P03AL010  | kg  | Acero laminado A-42b .....                    | 0,56   |
| P03AM020  | m2  | Malla 15x15x5 -1,938 kg/m2 .....              | 0,98   |
| P03AM030  | m2  | Malla 15x15x6 -2,792 kg/m2 .....              | 1,35   |
| P03AM060  | m2  | Malla 15x15x12 -10,764 kg/m2 .....            | 5,15   |
| P04PB010  | m.  | Balda trill. cartón-yeso 300x52 mm. ....      | 2,48   |
| P04PB040  | ud  | Tapeta baldas 1200x50x10 mm. ....             | 0,33   |
| P04PW010  | m.  | Cinta de juntas Pladur .....                  | 0,04   |
| P04PW040  | kg  | Pasta para juntas Pladur .....                | 0,64   |
| P04PW041  | kg  | Pasta para juntas Pladur amb.húmedos ....     | 0,70   |
| P04PW090  | ud  | Tornillo PM-25 mm. ....                       | 0,01   |
| P04PW140  | m.  | Cinta guardavivos pl. yeso laminado .....     | 0,67   |
| P04PW160  | m.  | Montante de 46 mm. ....                       | 1,06   |
| P04PW240  | m.  | Canal 48 mm. ....                             | 0,93   |
| P04PW340  | m.  | Perfil U 31x34 Pladur .....                   | 1,08   |
| P04PY140  | m2  | Placa Pladur WA repelente al agua .....       | 4,57   |
| P04RM170  | kg  | Mortero Onelite-P .....                       | 0,33   |
| P04SA020  | m2  | P.sand-vert a.prelac+PUR+a.prelac 50mm ...    | 20,73  |
| P04SB010  | m2  | P.sand-vert a.prelac+EPS+a.prelac 40mm ...    | 19,23  |
| P04TE010  | m2  | Placa escayola lisa 100x60 cm .....           | 1,75   |
| P04TS010  | kg  | Esparto en rollos .....                       | 0,60   |
| P04TS020  | m.  | Moldura o fosa escayola 5x5cm .....           | 1,20   |
| P05CGP310 | m.  | Remate ac.prelac. a=50cm e=0,6mm .....        | 6,27   |
| P05CW010  | ud  | Tornillería y pequeño material .....          | 0,10   |
| P05WTA010 | m2  | P.sand-cub a.prelac.+PUR+ac.galv. 30mm ...    | 17,75  |
| P06SI100  | l.  | Adhesivo líquido de PVC .....                 | 6,82   |
| P06SL320  | m2  | Lám. PVC 1,2 mm. r.v. Danopol V .....         | 6,01   |
| P07TE120  | m3  | Polies.exp.tipo IV-AE 20 kg/m3 M1 .....       | 78,26  |
| P07TX580  | m2  | P.pol.extr.Styrodur 3035-CS-40 mm .....       | 10,18  |
| P08EPO030 | m2  | Bald. gres porcelanico rustico 30x30 ....     | 16,75  |
| P11CN020  | ud  | Puerta paso CTN pino melix/mukali .....       | 89,43  |
| P11PP010  | m.  | Precerco de pino 70x35 mm. ....               | 2,40   |
| P11PR010  | m.  | Galce DM R.pino melix 70x30 mm. ....          | 3,10   |
| P11RB100  | ud  | Pernio latón plan.80x52mm.c/rte. ....         | 0,72   |
| P11RM020  | ud  | Juego manivelas latón pulido estándar ....    | 8,66   |
| P11RR020  | ud  | Resbalón canto latonado .....                 | 2,73   |
| P11TL010  | m.  | Tapajunt. DM LR pino melix 70x11 .....        | 1,32   |
| P11WA020  | ud  | Barn.hoja p.ciegas/vidrier.lv. ....           | 27,11  |
| P11WP080  | ud  | Tornillo ensamble zinc/pavón .....            | 0,02   |
| P12AAG110 | m2  | Vent. pract. monobloc >2 m2<3 m2 .....        | 155,93 |
| P12AAP080 | ud  | P. pract. K-50 1 hoja 70x210 .....            | 324,96 |
| P12PW010  | m.  | Premarco aluminio .....                       | 2,75   |
| P13CG190  | m2  | Puerta plegable art. 1/3 quart. ....          | 102,87 |
| P13CM080  | ud  | Equipo motoriz.p.bascul.estándar .....        | 310,00 |
| P13CX020  | ud  | Cerradura contacto simple .....               | 21,04  |
| P13CX050  | ud  | Pulsador interior abrir-cerrar .....          | 22,00  |
| P13CX230  | ud  | Transporte a obra .....                       | 60,00  |
| P13TP020  | kg  | Palastro 15 mm. ....                          | 0,50   |
| P15EB011  | ml  | Conduc cobre desnudo 16 mm <sup>2</sup> ..... | 0,60   |
| P15FH030  | ud  | Arm. ABB puerta opaca 12 mód. ....            | 9,60   |
| P15FJ020  | ud  | Diferencial ABB 2x40A a 30mA tipo AC .....    | 37,73  |

|           |                                                                                             |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN<br/>DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                               |

## Resumen de precios unitarios

| <u>CÓDIGO</u> | <u>Ud.</u> | <u>DESCRIPCIÓN</u>                               | <u>PRECIO</u> |
|---------------|------------|--------------------------------------------------|---------------|
| P15FK010      | ud         | PIA ABB (I+N) 10A, 6/10kA curva C .....          | 11,19         |
| P15FK020      | ud         | PIA ABB (I+N) 16A, 6/10kA curva C .....          | 11,46         |
| P15FK040      | ud         | PIA ABB (I+N) 25A, 6/10kA curva C .....          | 11,95         |
| P15GA010      | m.         | Cond. rígido. 750 V 1,5 mm <sup>2</sup> Cu ..... | 0,12          |
| P15GA020      | m.         | Cond. rígido. 750 V 2,5 mm <sup>2</sup> Cu ..... | 0,20          |
| P15GA030      | m.         | Cond. rígido. 750 V 4 mm <sup>2</sup> Cu .....   | 0,33          |
| P15GB010      | m.         | Tubo PVC corrugado M 20/gp5 .....                | 0,09          |
| P15GB020      | m.         | Tubo PVC corrugado M 25/gp5 .....                | 0,12          |
| P15GC020      | m.         | Tubo PVC corrug.forrado M 25/gp7 .....           | 0,21          |
| P15GF030      | m.         | Moldura PVC. tapa ext. 10x30 mm. ....            | 1,13          |
| P15GK050      | ud         | Caja mecan. empotrar enlazable .....             | 0,20          |
| P15MSA010     | ud         | Interruptor Simón serie 27 .....                 | 3,99          |
| P15MSC070     | ud         | Base e. shucko Simón serie 75 .....              | 6,99          |
| P16BD010      | ud         | Lum.sup.dif.prismático 1x18 W. AF .....          | 27,81         |
| P16CC080      | ud         | Tubo fluorescente 18 W./830-840-827 .....        | 1,88          |
| P17CH020      | m.         | Tubo cobre en rollo 13/15 mm. ....               | 1,18          |
| P17CW020      | ud         | Codo 90° HH cobre de 15 mm. ....                 | 0,17          |
| P17CW100      | ud         | Te HHH cobre de 15 mm. ....                      | 0,26          |
| P17FA020      | m.         | Tub.fund.dúctil j.elást i/junta D=80mm ...       | 16,65         |
| P17FA120      | ud         | Jta.tubo fund.pres.80 mm compl. ....             | 1,12          |
| P17FE020      | ud         | Codo 90° fundición 75 mm. ....                   | 7,10          |
| P17JP080      | ud         | Collarín bajante PVC D=125mm. ....               | 1,46          |
| P17SV100      | ud         | Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm. ....             | 2,37          |
| P17VF040      | m.         | Tubo PVC evac.pluv.j.elást. 125 mm. ....         | 4,07          |
| P17VP070      | ud         | Codo M-H PVC evacuación j.peg. 125mm. ....       | 4,37          |
| P17XC100      | ud         | Válv.compuerta fund.platina 80mm .....           | 148,99        |
| P17XT030      | ud         | Llave de escuadra de 1/2" a 1/2" .....           | 2,34          |
| P18DM200      | ud         | Desagüe p/ducha crom. D60 .....                  | 9,71          |
| P18DP200      | ud         | P. ducha 90x90 blanco .....                      | 112,00        |
| P18GD050      | ud         | Monomando ext. ducha telf. cromo s.n. ....       | 37,70         |
| P18GL070      | ud         | Grif.monomando lavabo cromo s.n. ....            | 31,20         |
| P18GW040      | ud         | Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2" .....            | 2,55          |
| P18IB010      | ud         | Inod.t.bajo c/tapa-mec.c.Victoria .....          | 156,70        |
| P18LP020      | ud         | Lav.65x51cm.c/ped.bla. Victoria .....            | 50,90         |
| P20AC010      | ud         | Calent. eléctrico Junkers ED12-1S .....          | 304,00        |
| P20DO110      | ud         | Depósito p.e.gasóleo 30.000 l. ....              | 4.020,58      |
| P20DO210      | ud         | Boca de carga 3" Campsa .....                    | 27,16         |
| P20DO230      | ud         | Varilla medición< 30.000 l. ....                 | 58,89         |
| P20DO240      | ud         | Valv. red. de presión 1/2" .....                 | 36,25         |
| P20DO250      | ud         | Avisador de reserva .....                        | 146,71        |
| P20DO260      | ud         | Cortafuegos tipo T 1 1/2 .....                   | 9,75          |
| P20TC010      | m.         | Tuber.cobre D=10/12 mm.i/acc. ....               | 1,08          |
| P20TC120      | m.         | Tubo PVC D=32 mm.i/acc. ....                     | 0,88          |
| P20TP030      | m.         | Tubería polipropileno D=25 .....                 | 2,49          |
| P20TP060      | ud         | P.p.accesori.polipropileno D=25 .....            | 3,60          |
| P20TR070      | m.         | Tubería Wirsbo EvalPEX 16x2 .....                | 1,32          |
| P20TR140      | ud         | Accesorios Wirsbo Q&E 16x2 .....                 | 0,43          |
| P20TV020      | ud         | Válvula de esfera 1/2" .....                     | 3,80          |
| P23FJ260      | ud         | Extintor CO2 5 kg. de acero .....                | 76,63         |
| P23FJ270      | ud         | Carro extintor CO2 10 kg. acero .....            | 181,50        |
| P23FK210      | ud         | Señal poliprop. 420x594mm.fotolumi. ....         | 17,21         |
| P25OU080      | l.         | Minio electrolítico .....                        | 8,70          |
| P31IS700      | ud         | Equipo trabajo horizontal .....                  | 181,22        |
| P31IS720      | ud         | Equipo trabajo vert. y horiz. ....               | 182,50        |
| P31W020       | ud         | Costo mensual Comité seguridad .....             | 114,62        |
| P31W050       | ud         | Costo mens. formación seguridad .....            | 60,04         |
| P32HF010      | ud         | Consist.cono Abrams,hormigón .....               | 3,01          |
| P32HF025      | ud         | Resist.compr.2 probetas,hormigón .....           | 45,08         |
| P32M045       | ud         | Examen visual cordón soldadura .....             | 9,02          |
| P99AA09       | ud         | Recogida y Evacuación de Residuos .....          | 339,50        |
| P99CD576      | Ud         | PROYECTOR DE EMERGENCIA 2700lm IP66 .....        | 264,14        |
| P99CD578      | Ud         | LUMINARIA DE EMERGENCIA 110lm IP66 .....         | 48,29         |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios auxiliares

| Código         | Cantidad | Ud.       | Descripción                                    | Precio                | Importe      |
|----------------|----------|-----------|------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>A01A020</b> |          | <b>m3</b> | Pasta de escayola amasada manualmente s/RY-85. |                       |              |
| O010A070       | 2,500    | h.        | Peón ordinario                                 | 12,72                 | 31,80        |
| P01CY080       | 0,790    | t.        | Escayola en sacos                              | 51,39                 | 40,60        |
| P01DW050       | 0,700    | m3        | Agua                                           | 0,70                  | 0,49         |
|                |          |           |                                                | <b>Total partida:</b> | <b>72,89</b> |

Asciende a la cantidad de **SETENTA Y DOS euros Y OCHENTA Y NUEVE cént.**

|                |       |           |                                                                                                                                   |                       |              |
|----------------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>A02A060</b> |       | <b>m3</b> | Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río de dosificación 1/4 (M-80), confeccionado con hormigonera de 250 l., s/RC-97. |                       |              |
| O010A070       | 1,700 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                    | 12,72                 | 21,62        |
| P01CC020       | 0,350 | t.        | Cemento CEM II/B-P 32,5 N sacos                                                                                                   | 86,44                 | 30,25        |
| P01AA020       | 1,030 | m3        | Arena de río 0/6 mm.                                                                                                              | 15,39                 | 15,85        |
| P01DW050       | 0,260 | m3        | Agua                                                                                                                              | 0,70                  | 0,18         |
| M03HH020       | 0,400 | h.        | Hormigonera 200 l. gasolina                                                                                                       | 1,90                  | 0,76         |
|                |       |           |                                                                                                                                   | <b>Total partida:</b> | <b>68,66</b> |

Asciende a la cantidad de **SESENTA Y OCHO euros Y SESENTA Y SEIS cént.**

|                |       |           |                                                                                                                                   |                       |              |
|----------------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>A02A090</b> |       | <b>m3</b> | Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río de dosificación 1/8 (M-20), confeccionado con hormigonera de 250 l., s/RC-97. |                       |              |
| O010A070       | 1,700 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                    | 12,72                 | 21,62        |
| P01CC020       | 0,190 | t.        | Cemento CEM II/B-P 32,5 N sacos                                                                                                   | 86,44                 | 16,42        |
| P01AA020       | 1,140 | m3        | Arena de río 0/6 mm.                                                                                                              | 15,39                 | 17,54        |
| P01DW050       | 0,250 | m3        | Agua                                                                                                                              | 0,70                  | 0,18         |
| M03HH020       | 0,400 | h.        | Hormigonera 200 l. gasolina                                                                                                       | 1,90                  | 0,76         |
|                |       |           |                                                                                                                                   | <b>Total partida:</b> | <b>56,52</b> |

Asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y SEIS euros Y CINCUENTA Y DOS cént.**

|                |       |           |                                                                                                                                                                       |                       |              |
|----------------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>A03H090</b> |       | <b>m3</b> | Hormigón de Fck. 150 kg/cm2. con cemento CEM II/B-P 32,5 N, arena de río y árido rodado Tmáx. 20 mm., con hormigonera de 250 l., para vibrar y consistencia plástica. |                       |              |
| O010A070       | 1,850 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                                        | 12,72                 | 23,53        |
| P01CC020       | 0,330 | t.        | Cemento CEM II/B-P 32,5 N sacos                                                                                                                                       | 86,44                 | 28,53        |
| P01AA030       | 0,650 | t.        | Arena de río 0/6 mm.                                                                                                                                                  | 10,26                 | 6,67         |
| P01AG020       | 1,300 | t.        | Garbancillo 4/20 mm.                                                                                                                                                  | 11,03                 | 14,34        |
| P01DW050       | 0,180 | m3        | Agua                                                                                                                                                                  | 0,70                  | 0,13         |
| M03HH030       | 0,500 | h.        | Hormigonera 300 l. gasolina                                                                                                                                           | 2,30                  | 1,15         |
|                |       |           |                                                                                                                                                                       | <b>Total partida:</b> | <b>74,35</b> |

Asciende a la cantidad de **SETENTA Y CUATRO euros Y TREINTA Y CINCO cént.**

|                |        |           |                                                                                                                                     |                       |              |
|----------------|--------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>A05M010</b> |        | <b>ms</b> | Mes alquiler m2 de encofrado de muro 2 caras de 3 m. de altura con panel metálico-fenólico de 3,00x1,00 m. con grapa unión paneles. |                       |              |
| M13EA510       | 9,900  | d.        | Panel metalico-fenol. 3,00x1,00                                                                                                     | 0,94                  | 9,31         |
| M13EA520       | 30,000 | d.        | Grapa union paneles met.                                                                                                            | 0,07                  | 2,11         |
| M13EA530       | 19,800 | d.        | Tuerca palomilla                                                                                                                    | 0,01                  | 0,20         |
| M13EA540       | 19,800 | d.        | Placa tuerca palomilla                                                                                                              | 0,01                  | 0,20         |
| M13EA550       | 9,900  | d.        | Barra dywidag 1,00 m.                                                                                                               | 0,01                  | 0,10         |
|                |        |           |                                                                                                                                     | <b>Total partida:</b> | <b>11,92</b> |

Asciende a la cantidad de **ONCE euros Y NOVENTA Y DOS cént.**

|                |  |           |                                                                                                                                           |  |  |
|----------------|--|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>A06T050</b> |  | <b>h.</b> | Alquiler de grúa torre de 40 m. de flecha y 1.000 kg. de carga en punta, incluyendo cimentación, montaje, desmontaje y medios auxiliares. |  |  |
|----------------|--|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Resumen de precios auxiliares

| Código                | Cantidad | Ud. | Descripción                        | Precio   | Importe      |
|-----------------------|----------|-----|------------------------------------|----------|--------------|
| M02GT250              | 0,006    | ms  | Alquiler grúa torre 40 m. 1000 kg. | 1.622,70 | 9,74         |
| M02GT360              | 0,006    | ms  | Contrato mantenimiento             | 45,08    | 0,27         |
| M02GT370              | 0,006    | ms  | Alquiler telemando                 | 189,32   | 1,14         |
| M02GT320              | 0,001    | ud  | Mont/desm. grúa torre 40 m. flecha | 3.077,12 | 3,08         |
| M02GE050              | 0,036    | h.  | Grúa telescópica autoprop. 60 t.   | 122,60   | 4,41         |
| M02GT380              | 0,001    | ud  | Tramo de empotramiento grúa torre  | 2.103,54 | 2,10         |
| E04AB040              | 0,638    | kg  | ACERO CORR. B 500 S PREFOR.        | 0,92     | 0,59         |
| E04CM050              | 0,015    | m3  | HORM. HA-25/P/20/I V. MANUAL       | 95,77    | 1,44         |
| <b>Total partida:</b> |          |     |                                    |          | <b>22,77</b> |

Asciende a la cantidad de **VEINTIDOS euros Y SETENTA Y SIETE cént.**

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código          | Cantidad | Ud.       | Descripción                                                                                                                                           | Precio                | Importe     |
|-----------------|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>E02AM020</b> |          | <b>m2</b> | Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. |                       |             |
| O01OA070        | 0,005    | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                        | 12,72                 | 0,06        |
| M05PN020        | 0,015    | h.        | Pala cargadora neumáticos 155 CV/2,5m3                                                                                                                | 45,07                 | 0,68        |
|                 | 3,000    | %         | Costes indirectos                                                                                                                                     | 0,74                  | 0,02        |
|                 |          |           |                                                                                                                                                       | <b>Total partida:</b> | <b>0,76</b> |

Asciende a la cantidad de **SETENTA Y SEIS cént.**

|                 |       |           |                                                                                                                                                                                  |                       |              |
|-----------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E02EM035</b> |       | <b>m3</b> | Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. |                       |              |
| O01OA070        | 0,125 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                                                   | 12,72                 | 1,59         |
| M05EN030        | 0,400 | h.        | Excav.hidráulica neumáticos 100 CV                                                                                                                                               | 40,26                 | 16,10        |
|                 | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                | 17,69                 | 0,53         |
|                 |       |           |                                                                                                                                                                                  | <b>Total partida:</b> | <b>18,22</b> |

Asciende a la cantidad de **DIECIOCHO euros Y VEINTIDOS cént.**

|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |              |
|-----------------|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E02ES020</b> |       | <b>m3</b> | Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares. |                       |              |
| O01OA070        | 3,400 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                       | 12,72                 | 43,25        |
| M08RI010        | 0,800 | h.        | Pisón vibrante 70 kg.                                                                                                                                                                                                                                | 2,10                  | 1,68         |
|                 | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                    | 44,93                 | 1,35         |
|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total partida:</b> | <b>46,28</b> |

Asciende a la cantidad de **CUARENTA Y SEIS euros Y VEINTIOCHO cént.**

|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                        |                       |              |
|-----------------|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E02ES040</b> |       | <b>m3</b> | Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares. |                       |              |
| O01OA070        | 0,900 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                         | 12,72                 | 11,45        |
| M05EC110        | 0,110 | h.        | Miniexcavadora hidráulica cadenas 1,2 t.                                                                                                                                                                                                               | 27,04                 | 2,97         |
| M08RI010        | 0,750 | h.        | Pisón vibrante 70 kg.                                                                                                                                                                                                                                  | 2,10                  | 1,58         |
|                 | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                      | 16,00                 | 0,48         |
|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Total partida:</b> | <b>16,48</b> |

Asciende a la cantidad de **DIECISEIS euros Y CUARENTA Y OCHO cént.**

|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |              |
|-----------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E02SA030</b> |       | <b>m3</b> | Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 20 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo. |                       |              |
| O01OA070        | 0,080 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 12,72                 | 1,02         |
| P01AF040        | 1,700 | t.        | Zahorra artifici. huso Z-3 DA<25                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6,80                  | 11,56        |
| M08NM020        | 0,015 | h.        | Motoniveladora de 200 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 56,00                 | 0,84         |
| M08RN020        | 0,095 | h.        | Rodillo vibrante autopropuls.mixto 7 t.                                                                                                                                                                                                                                                                              | 31,00                 | 2,95         |
| M08CA110        | 0,020 | h.        | Cisterna agua s/camión 10.000 l.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 26,40                 | 0,53         |
|                 | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 16,90                 | 0,51         |
|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total partida:</b> | <b>17,41</b> |

Asciende a la cantidad de **DIECISIETE euros Y CUARENTA Y UN cént.**

|                 |  |           |                                                                                                                                |  |  |
|-----------------|--|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>E02SA055</b> |  | <b>m3</b> | Acopio, transporte, relleno y extendido de arena de miga a cielo abierto, por medios mecánicos, considerando el material a una |  |  |
|-----------------|--|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código          | Cantidad | Ud.       | Descripción                                                | Precio                | Importe      |
|-----------------|----------|-----------|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E02SA055</b> |          | <b>m3</b> | distancia máxima de 20 Km y con p.p. de medios auxiliares. |                       |              |
| O01OA070        | 0,150    | h.        | Peón ordinario                                             | 12,72                 | 1,91         |
| P01AG150        | 1,000    | m3        | Morro 80/200 mm.                                           | 14,74                 | 14,74        |
| M05PN010        | 0,250    | h.        | Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3                      | 37,86                 | 9,47         |
|                 | 3,000    | %         | Costes indirectos                                          | 26,12                 | 0,78         |
|                 |          |           |                                                            | <b>Total partida:</b> | <b>26,90</b> |

Asciende a la cantidad de **VEINTISEIS euros Y NOVENTA cént.**

|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |              |
|------------------|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E03ALA030</b> |       | <b>ud</b> | Arqueta registrable saneamiento, de 63x63x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, con codo de PVC de 45°, para evitar el golpe de bajada en la solera, y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior. |                       |              |
| O01OA030         | 2,000 | h.        | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 14,70                 | 29,40        |
| O01OA060         | 1,000 | h.        | Peón especializado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 12,81                 | 12,81        |
| P01HM020         | 0,077 | m3        | Hormigón HM-20/P/40/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 68,38                 | 5,27         |
| P01LT020         | 0,110 | mud       | Ladrillo perfora. tosco 25x12x7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 54,09                 | 5,95         |
| P01MC040         | 0,055 | m3        | Mortero 1/6 de central (M-40)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 50,09                 | 2,75         |
| P01MC010         | 0,035 | m3        | Mortero preparado en central (M-100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 53,50                 | 1,87         |
| P02CVC010        | 1,000 | ud        | Codo M-H PVC j.elást. 45° D=160mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 11,58                 | 11,58        |
| P02EAT040        | 1,000 | ud        | Tapa cuadrada HA e=6cm 70x70cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 23,10                 | 23,10        |
|                  | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 92,73                 | 2,78         |
|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Total partida:</b> | <b>95,51</b> |

Asciende a la cantidad de **NOVENTA Y CINCO euros Y CINCUENTA Y UN cént.**

|                |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |               |
|----------------|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>E03M010</b> |       | <b>ud</b> | Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 30 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares. |                       |               |
| O01OA040       | 0,750 | h.        | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 13,80                 | 10,35         |
| O01OA060       | 1,500 | h.        | Peón especializado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 12,81                 | 19,22         |
| M06CM010       | 1,000 | h.        | Compre.port.diesel m.p. 2 m3/min 7 bar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,66                  | 1,66          |
| M06MI010       | 1,000 | h.        | Martillo manual picador neumático 9 kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,63                  | 0,63          |
| E02ES020       | 7,200 | m3        | EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 46,28                 | 333,22        |
| P02THE150      | 8,000 | m.        | Tub.HM j.elástica 60kN/m2 D=300mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 9,53                  | 76,24         |
| P01HM020       | 0,720 | m3        | Hormigón HM-20/P/40/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 68,38                 | 49,23         |
|                | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 490,55                | 14,72         |
|                |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Total partida:</b> | <b>505,27</b> |

Asciende a la cantidad de **QUINIENTOS CINCO euros Y VEINTISIETE cént.**

|                |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |       |
|----------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| <b>E03M011</b> |       | <b>ud</b> | Acometida de saneamiento a arqueta existente, formada por rotura de lla pared del pozo con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de PVC 310mm de diámetro, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares. |       |       |
| O01OA040       | 0,750 | h.        | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 13,80 | 10,35 |
| O01OA060       | 1,500 | h.        | Peón especializado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12,81 | 19,22 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código                | Cantidad | Ud. | Descripción                            | Precio | Importe       |
|-----------------------|----------|-----|----------------------------------------|--------|---------------|
| M06CM010              | 1,000    | h.  | Compre.port.diesel m.p. 2 m3/min 7 bar | 1,66   | 1,66          |
| M06MI010              | 1,000    | h.  | Martillo manual picador neumático 9 kg | 0,63   | 0,63          |
| E02ES020              | 1,000    | m3  | EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO        | 46,28  | 46,28         |
| P02THE150             | 1,000    | m.  | Tub.HM j.elástica 60kN/m2 D=300mm      | 9,53   | 9,53          |
| P01HM020              | 0,720    | m3  | Hormigón HM-20/P/40/I central          | 68,38  | 49,23         |
|                       | 3,000    | %   | Costes indirectos                      | 136,90 | 4,11          |
| <b>Total partida:</b> |          |     |                                        |        | <b>141,01</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO CUARENTA Y UN euros Y UN cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |
|-----------------------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E03OEP010</b>      |       | <b>m.</b> | Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 2 kN/m2; con un diámetro 160 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas. |       |              |
| O01OA030              | 0,100 | h.        | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 14,70 | 1,47         |
| O01OA060              | 0,100 | h.        | Peón especializado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12,81 | 1,28         |
| P01AA020              | 0,232 | m3        | Arena de río 0/6 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 15,39 | 3,57         |
| P02CVM010             | 0,160 | ud        | Manguito H-H PVC s/tope j.elást. D=160mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8,49  | 1,36         |
| P02CVW010             | 0,003 | kg        | Lubricante tubos PVC j.elástica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6,90  | 0,02         |
| P02TVO010             | 1,000 | m.        | Tub.PVC liso j.elástica SN2 D=160mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5,78  | 5,78         |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 13,48 | 0,40         |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       | <b>13,88</b> |

Asciende a la cantidad de **TRECE euros Y OCHENTA Y OCHO cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |
|-----------------------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E03OEP030</b>      |       | <b>m.</b> | Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 2 kN/m2; con un diámetro 250 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas. |       |              |
| O01OA030              | 0,200 | h.        | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 14,70 | 2,94         |
| O01OA060              | 0,200 | h.        | Peón especializado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12,81 | 2,56         |
| P01AA020              | 0,288 | m3        | Arena de río 0/6 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 15,39 | 4,43         |
| P02CVM030             | 0,160 | ud        | Manguito H-H PVC s/tope j.elást. D=250mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 46,13 | 7,38         |
| P02CVW010             | 0,005 | kg        | Lubricante tubos PVC j.elástica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6,90  | 0,03         |
| P02TVO030             | 1,000 | m.        | Tub.PVC liso j.elástica SN2 D=250mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13,55 | 13,55        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 30,89 | 0,93         |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       | <b>31,82</b> |

Asciende a la cantidad de **TREINTA Y UN euros Y OCHENTA Y DOS cént.**

|                       |       |           |                                                                              |       |             |
|-----------------------|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>E04AB040</b>       |       | <b>kg</b> | Acero corrugado B 500 S, preformado en taller y colocado en obra. Según EHE. |       |             |
| O01OB030              | 0,010 | h.        | Oficial 1ª ferralla                                                          | 14,73 | 0,15        |
| O01OB040              | 0,010 | h.        | Ayudante ferralla                                                            | 13,81 | 0,14        |
| P03AC210              | 1,000 | kg        | Acero corrug. B 500 S pref.                                                  | 0,59  | 0,59        |
| P03AA020              | 0,006 | kg        | Alambre atar 1,30 mm.                                                        | 0,93  | 0,01        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                            | 0,89  | 0,03        |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                              |       | <b>0,92</b> |

Asciende a la cantidad de **NOVENTA Y DOS cént.**

|                 |  |           |                                                                                                                                              |  |  |
|-----------------|--|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>E04AM020</b> |  | <b>m2</b> | Malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=5 mm. en cuadrícula 15x15 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE. |  |  |
|-----------------|--|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código                | Cantidad | Ud. | Descripción                | Precio | Importe     |
|-----------------------|----------|-----|----------------------------|--------|-------------|
| O01OB030              | 0,005    | h.  | Oficial 1ª ferralla        | 14,73  | 0,07        |
| O01OB040              | 0,005    | h.  | Ayudante ferralla          | 13,81  | 0,07        |
| P03AM020              | 1,250    | m2  | Malla 15x15x5 -1,938 kg/m2 | 0,98   | 1,23        |
|                       | 3,000    | %   | Costes indirectos          | 1,37   | 0,04        |
| <b>Total partida:</b> |          |     |                            |        | <b>1,41</b> |

Asciende a la cantidad de **UN euro Y CUARENTA Y UN cént.**

|                       |           |    |                                                                                                                                              |       |             |
|-----------------------|-----------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>E04AM060</b>       | <b>m2</b> |    | Malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=6 mm. en cuadrícula 15x15 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE. |       |             |
| O01OB030              | 0,008     | h. | Oficial 1ª ferralla                                                                                                                          | 14,73 | 0,12        |
| O01OB040              | 0,008     | h. | Ayudante ferralla                                                                                                                            | 13,81 | 0,11        |
| P03AM030              | 1,250     | m2 | Malla 15x15x6 -2,792 kg/m2                                                                                                                   | 1,35  | 1,69        |
|                       | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                            | 1,92  | 0,06        |
| <b>Total partida:</b> |           |    |                                                                                                                                              |       | <b>1,98</b> |

Asciende a la cantidad de **UN euro Y NOVENTA Y OCHO cént.**

|                       |           |    |                                                                                                                                               |       |             |
|-----------------------|-----------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>E04AM150</b>       | <b>m2</b> |    | Malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=12 mm. en cuadrícula 20x20 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE. |       |             |
| O01OB030              | 0,033     | h. | Oficial 1ª ferralla                                                                                                                           | 14,73 | 0,49        |
| O01OB040              | 0,033     | h. | Ayudante ferralla                                                                                                                             | 13,81 | 0,46        |
| P03AM060              | 1,250     | m2 | Malla 15x15x12 -10,764 kg/m2                                                                                                                  | 5,15  | 6,44        |
|                       | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                             | 7,39  | 0,22        |
| <b>Total partida:</b> |           |    |                                                                                                                                               |       | <b>7,61</b> |

Asciende a la cantidad de **SIETE euros Y SESENTA Y UN cént.**

|                       |           |    |                                                                                                                                               |       |             |
|-----------------------|-----------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>E04AM152</b>       | <b>m2</b> |    | Malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=16 mm. en cuadrícula 20x20 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE. |       |             |
| O01OB030              | 0,055     | h. | Oficial 1ª ferralla                                                                                                                           | 14,73 | 0,81        |
| O01OB040              | 0,055     | h. | Ayudante ferralla                                                                                                                             | 13,81 | 0,76        |
| P03AC160              | 10,530    | kg | Acero corrugado B 500 S 16 mm                                                                                                                 | 0,41  | 4,32        |
|                       | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                             | 5,89  | 0,18        |
| <b>Total partida:</b> |           |    |                                                                                                                                               |       | <b>6,07</b> |

Asciende a la cantidad de **SEIS euros Y SIETE cént.**

|                       |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |
|-----------------------|-----------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E04AP021</b>       | <b>ud</b> |    | Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones según planos, con cuatro patillas de redondo corrugado de 22 mm. de diámetro, con longitud total según planos, soldadas, i/ taladro central, colocada. Según normas MV y EHE. |       |              |
| O01OB130              | 1,500     | h. | Oficial 1ª cerrajero                                                                                                                                                                                                                                           | 14,35 | 21,53        |
| P13TP020              | 30,000    | kg | Palastro 15 mm.                                                                                                                                                                                                                                                | 0,50  | 15,00        |
| P03AC210              | 3,790     | kg | Acero corrug. B 500 S pref.                                                                                                                                                                                                                                    | 0,59  | 2,24         |
| P01DW090              | 0,100     | ud | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                               | 0,75  | 0,08         |
|                       | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                              | 38,85 | 1,17         |
| <b>Total partida:</b> |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                |       | <b>40,02</b> |

Asciende a la cantidad de **CUARENTA euros Y DOS cént.**

|                 |           |    |                                                                                                                                                                                                                           |       |      |
|-----------------|-----------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| <b>E04CM050</b> | <b>m3</b> |    | Hormigón en masa HA-25/P/20/I, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE. |       |      |
| O01OA030        | 0,360     | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                           | 14,70 | 5,29 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código                | Cantidad | Ud. | Descripción                              | Precio | Importe      |
|-----------------------|----------|-----|------------------------------------------|--------|--------------|
| O01OA070              | 0,360    | h.  | Peón ordinario                           | 12,72  | 4,58         |
| M11HV120              | 0,360    | h.  | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm. | 3,55   | 1,28         |
| P01HA010              | 1,150    | m3  | Hormigón HA-25/P/20/I central            | 71,16  | 81,83        |
|                       | 3,000    | %   | Costes indirectos                        | 92,98  | 2,79         |
| <b>Total partida:</b> |          |     |                                          |        | <b>95,77</b> |

Asciende a la cantidad de **NOVENTA Y CINCO euros Y SETENTA Y SIETE cént.**

|                       |           |                                                                                                                                                                       |                                    |       |              |
|-----------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E04MEF020</b>      | <b>m2</b> | Encofrado y desencofrado en muros de dos caras vistas de 1,70 m. de altura, con paneles metálicos modulares de 3,00 m. de altura considerando 20 posturas. Según NTE. |                                    |       |              |
| O01OB010              | 0,300     | h.                                                                                                                                                                    | Oficial 1ª encofrador              | 14,73 | 4,42         |
| O01OB020              | 0,300     | h.                                                                                                                                                                    | Ayudante encofrador                | 13,81 | 4,14         |
| A05M010               | 0,095     | ms                                                                                                                                                                    | ALQ. M2 ENCOF. MURO 2 CARAS h=3m.  | 11,91 | 1,13         |
| P01DC010              | 0,075     | l.                                                                                                                                                                    | Desencofrante p/encofrado metálico | 2,16  | 0,16         |
| P01UC030              | 0,010     | kg                                                                                                                                                                    | Puntas 20x100                      | 0,74  | 0,01         |
| A06T050               | 0,300     | h.                                                                                                                                                                    | GRÚA TORRE 40 m. FLECHA, 1000 kg.  | 22,83 | 6,85         |
|                       | 3,000     | %                                                                                                                                                                     | Costes indirectos                  | 16,71 | 0,50         |
| <b>Total partida:</b> |           |                                                                                                                                                                       |                                    |       | <b>17,21</b> |

Asciende a la cantidad de **DIECISIETE euros Y VEINTIUN cént.**

|                       |           |                                                                                                                                 |                                          |       |              |
|-----------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E04MM010</b>       | <b>m3</b> | Hormigón de limpieza HA-25/P/20/I, elaborado en central, incluso vertido manual, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM y EHE |                                          |       |              |
| O01OB010              | 0,450     | h.                                                                                                                              | Oficial 1ª encofrador                    | 14,73 | 6,63         |
| O01OB020              | 0,450     | h.                                                                                                                              | Ayudante encofrador                      | 13,81 | 6,21         |
| P01HA010              | 1,000     | m3                                                                                                                              | Hormigón HA-25/P/20/I central            | 71,16 | 71,16        |
| M11HV120              | 0,400     | h.                                                                                                                              | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm. | 3,55  | 1,42         |
|                       | 3,000     | %                                                                                                                               | Costes indirectos                        | 85,42 | 2,56         |
| <b>Total partida:</b> |           |                                                                                                                                 |                                          |       | <b>87,98</b> |

Asciende a la cantidad de **OCHENTA Y SIETE euros Y NOVENTA Y OCHO cént.**

|                       |           |                                                                                                                                                                                                                    |                                          |       |              |
|-----------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E04MM050</b>       | <b>m3</b> | Hormigón en masa HA-25 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en muros, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM y EHE. |                                          |       |              |
| O01OB010              | 0,150     | h.                                                                                                                                                                                                                 | Oficial 1ª encofrador                    | 14,73 | 2,21         |
| O01OB020              | 0,150     | h.                                                                                                                                                                                                                 | Ayudante encofrador                      | 13,81 | 2,07         |
| P01HA010              | 1,000     | m3                                                                                                                                                                                                                 | Hormigón HA-25/P/20/I central            | 71,16 | 71,16        |
| M11HV120              | 0,150     | h.                                                                                                                                                                                                                 | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm. | 3,55  | 0,53         |
| P01HB010              | 1,000     | m3                                                                                                                                                                                                                 | Bomb.hgón. 41a55 m3, pluma <=32m         | 11,73 | 11,73        |
|                       | 3,000     | %                                                                                                                                                                                                                  | Costes indirectos                        | 87,70 | 2,63         |
| <b>Total partida:</b> |           |                                                                                                                                                                                                                    |                                          |       | <b>90,33</b> |

Asciende a la cantidad de **NOVENTA euros Y TREINTA Y TRES cént.**

|                       |           |                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |       |              |
|-----------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|--------------|
| <b>E04SA010</b>       | <b>m2</b> | Solera de hormigón de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x5, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE. |                                 |       |              |
| E04SE090              | 0,100     | m3                                                                                                                                                                                                                                         | HORMIGÓN HA-25/P/20/I EN SOLERA | 93,91 | 9,39         |
| E04AM020              | 1,000     | m2                                                                                                                                                                                                                                         | MALLA 15x15 cm. D=5 mm.         | 1,41  | 1,41         |
|                       | 3,000     | %                                                                                                                                                                                                                                          | Costes indirectos               | 10,80 | 0,32         |
| <b>Total partida:</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |       | <b>11,12</b> |

Asciende a la cantidad de **ONCE euros Y DOCE cént.**

|                 |           |                                                                                                                                                                                               |  |  |  |
|-----------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| <b>E04SA020</b> | <b>m2</b> | Solera de hormigón de 15-20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado |  |  |  |
|-----------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código          | Cantidad | Ud.       | Descripción                                     | Precio                | Importe      |
|-----------------|----------|-----------|-------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E04SA020</b> |          | <b>m2</b> | de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE. |                       |              |
| E04SE090        | 0,150    | m3        | HORMIGÓN HA-25/P/20/I EN SOLERA                 | 93,91                 | 14,09        |
| E04AM060        | 1,000    | m2        | MALLA 15x15 cm. D=6 mm.                         | 1,98                  | 1,98         |
|                 | 3,000    | %         | Costes indirectos                               | 16,07                 | 0,48         |
|                 |          |           |                                                 | <u>Total partida:</u> | <u>16,55</u> |

Asciende a la cantidad de **DIECISEIS euros Y CINCUENTA Y CINCO cént.**

|                 |       |           |                                                                                                                                                         |                       |              |
|-----------------|-------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E04SE090</b> |       | <b>m3</b> | Hormigón para armar HA-25/P/20/I, elaborado en central en solera, incluso vertido, compactado según EHE, p.p. de vibrado, regleado y curado en soleras. |                       |              |
| O010A030        | 0,600 | h.        | Oficial primera                                                                                                                                         | 14,70                 | 8,82         |
| O010A070        | 0,600 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                          | 12,72                 | 7,63         |
| P01HA010        | 1,050 | m3        | Hormigón HA-25/P/20/I central                                                                                                                           | 71,16                 | 74,72        |
|                 | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                       | 91,17                 | 2,74         |
|                 |       |           |                                                                                                                                                         | <u>Total partida:</u> | <u>93,91</u> |

Asciende a la cantidad de **NOVENTA Y TRES euros Y NOVENTA Y UN cént.**

|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                       |             |
|-----------------|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>E05AA001</b> |       | <b>kg</b> | Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas NBE-MV. |                       |             |
| O010B130        | 0,010 | h.        | Oficial 1ª cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 14,35                 | 0,14        |
| O010B140        | 0,001 | h.        | Ayudante cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13,50                 | 0,01        |
| P03AL010        | 1,500 | kg        | Acero laminado A-42b                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,56                  | 0,84        |
| P25OU080        | 0,010 | l.        | Minio electrolítico                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8,70                  | 0,09        |
| P01DW090        | 0,100 | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,75                  | 0,08        |
|                 | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,16                  | 0,03        |
|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <u>Total partida:</u> | <u>1,19</u> |

Asciende a la cantidad de **UN euro Y DIECINUEVE cént.**

|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |              |
|------------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E07BAT020</b> |        | <b>m2</b> | Fábrica de bloques de Termoarcilla Ceratres de 30x19x19 cm. de baja densidad, para ejecución de muros autoportantes o cerramiento, constituidos por mezcla de arcilla, esferas de poliestireno expandido y otros materiales granulares, para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/4, i/p.p. de formación de dinteles (hormigón y armaduras, según normativa), jambas y ejecución de encuentros, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2. |                       |              |
| O010A030         | 0,250  | h.        | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 14,70                 | 3,68         |
| O010A050         | 0,500  | h.        | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 13,36                 | 6,68         |
| P01BT020         | 16,670 | ud        | B.termoarcilla Ceratres 30x19x19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,67                  | 11,17        |
| A02A060          | 0,040  | m3        | MORTERO CEMENTO 1/4 M-80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 68,66                 | 2,75         |
| A03H090          | 0,004  | m3        | HORMIGÓN H-150 kg/cm2 Tmáx.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 74,35                 | 0,30         |
| P03AC010         | 1,140  | kg        | Acero corrugado B 400 S 6 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,44                  | 0,50         |
|                  | 3,000  | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 25,08                 | 0,75         |
|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <u>Total partida:</u> | <u>25,83</u> |

Asciende a la cantidad de **VEINTICINCO euros Y OCHENTA Y TRES cént.**

|                  |  |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|------------------|--|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>E07TBY101</b> |  | <b>m2</b> | Trasdosado de muros con placa de yeso Pladur-WA resistente al agua formado por placa de 15 mm. de espesor, atornilladas a una estructura de acero galvanizado de 46 mm., fijado al suelo y techo con tornillos de acero y montantes cada 400 mm. i/tratamientos de huecos, replanteo auxiliar, paso de instalaciones, nivelación, ejecución de ángulos, repaso de juntas |  |  |
|------------------|--|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código           | Cantidad | Ud.       | Descripción                                                                                                 | Precio                | Importe      |
|------------------|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E07TBY101</b> |          | <b>m2</b> | con cinta, recibido de cercos y limpieza, terminado y listo para pintar, s/NTE-PTP, medido a cinta corrida. |                       |              |
| O01OA030         | 0,250    | h.        | Oficial primera                                                                                             | 14,70                 | 3,68         |
| O01OA050         | 0,250    | h.        | Ayudante                                                                                                    | 13,36                 | 3,34         |
| P04PY140         | 1,050    | m2        | Placa Pladur WA repelente al agua                                                                           | 4,57                  | 4,80         |
| P04PW041         | 0,500    | kg        | Pasta para juntas Pladur amb.húmedos                                                                        | 0,70                  | 0,35         |
| P04PW010         | 3,150    | m.        | Cinta de juntas Pladur                                                                                      | 0,04                  | 0,13         |
| P04PW240         | 0,950    | m.        | Canal 48 mm.                                                                                                | 0,93                  | 0,88         |
| P04PW160         | 3,500    | m.        | Montante de 46 mm.                                                                                          | 1,06                  | 3,71         |
| P04PW090         | 18,000   | ud        | Tornillo PM-25 mm.                                                                                          | 0,01                  | 0,18         |
|                  | 3,000    | %         | Costes indirectos                                                                                           | 17,07                 | 0,51         |
|                  |          |           |                                                                                                             | <b>Total partida:</b> | <b>17,58</b> |

Asciende a la cantidad de **DIECISIETE euros Y CINCUENTA Y OCHO cént.**

|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |              |
|------------------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E08PKM120</b> |        | <b>m2</b> | Revestimiento de fachada con mortero monocapa impermeable Onelite P (amplia gama de colores) de textura piedra proyectada, en espesores entre 12 y 15 mm., aplicado a llana, regleado y raspado. Directamente sobre fábrica de bloques de hormigón, fábrica de ladrillo, revoque de mortero, etc., i/p.p. de medios auxiliares, medición s/NTE-RPR-9 con colocación de junquillos de trabajo. |                       |              |
| O01OA030         | 0,425  | h.        | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 14,70                 | 6,25         |
| O01OA050         | 0,425  | h.        | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 13,36                 | 5,68         |
| O01OA070         | 0,050  | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 12,72                 | 0,64         |
| P04RM170         | 16,500 | kg        | Mortero Onelite-P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,33                  | 5,45         |
| P01AA084         | 16,500 | kg        | Arenilla de polvo de mármol                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,06                  | 0,99         |
| P01DW050         | 0,009  | m3        | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,70                  | 0,01         |
|                  | 3,000  | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 19,02                 | 0,57         |
|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Total partida:</b> | <b>19,59</b> |

Asciende a la cantidad de **DIECINUEVE euros Y CINCUENTA Y NUEVE cént.**

|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                             |                       |              |
|------------------|-------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E08TAE020</b> |       | <b>m2</b> | Falso techo de placas de escayola lisa de 100x60 cm. con p.p. de foseado o moldura perimetral de 5x5 cm., recibida con esparto y pasta de escayola, i/repaso de juntas, limpieza, montaje y desmontaje de andamios, s/NTE-RTC-16, medido deduciendo huecos. |                       |              |
| O01OB110         | 0,460 | h.        | Oficial yesero o escayolista                                                                                                                                                                                                                                | 14,35                 | 6,60         |
| O01OB120         | 0,460 | h.        | Ayudante yesero o escayolista                                                                                                                                                                                                                               | 13,63                 | 6,27         |
| O01OA070         | 0,050 | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                              | 12,72                 | 0,64         |
| P04TE010         | 1,100 | m2        | Placa escayola lisa 100x60 cm                                                                                                                                                                                                                               | 1,75                  | 1,93         |
| P04TS020         | 1,100 | m.        | Moldura o fosa escayola 5x5cm                                                                                                                                                                                                                               | 1,20                  | 1,32         |
| P04TS010         | 0,220 | kg        | Esparto en rollos                                                                                                                                                                                                                                           | 0,60                  | 0,13         |
| A01A020          | 0,006 | m3        | PASTA DE ESCAYOLA                                                                                                                                                                                                                                           | 72,89                 | 0,44         |
|                  | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                           | 17,33                 | 0,52         |
|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Total partida:</b> | <b>17,85</b> |

Asciende a la cantidad de **DIECISIETE euros Y OCHENTA Y CINCO cént.**

|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                             |       |       |
|------------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| <b>E08TAW070</b> |        | <b>m.</b> | Trasdosado de placa de cartón-yeso, Pladur, formado por placa de 15 mm., unidas por un trillaje de cartón especial que rigidiza el conjunto, i/replanteo auxiliar, limpieza, nivelación, ejecución de ángulos y repaso de juntas con cinta. |       |       |
| O01OB110         | 0,830  | h.        | Oficial yesero o escayolista                                                                                                                                                                                                                | 14,35 | 11,91 |
| O01OB120         | 0,830  | h.        | Ayudante yesero o escayolista                                                                                                                                                                                                               | 13,63 | 11,31 |
| P04PB010         | 1,100  | m.        | Balda trill. cartón-yeso 300x52 mm.                                                                                                                                                                                                         | 2,48  | 2,73  |
| P04PW010         | 3,200  | m.        | Cinta de juntas Pladur                                                                                                                                                                                                                      | 0,04  | 0,13  |
| P04PW140         | 2,000  | m.        | Cinta guardavivos pl. yeso laminado                                                                                                                                                                                                         | 0,67  | 1,34  |
| P04PW340         | 2,500  | m.        | Perfil U 31x34 Pladur                                                                                                                                                                                                                       | 1,08  | 2,70  |
| P04PW090         | 26,000 | ud        | Tornillo PM-25 mm.                                                                                                                                                                                                                          | 0,01  | 0,27  |
| P04PW040         | 1,000  | kg        | Pasta para juntas Pladur                                                                                                                                                                                                                    | 0,64  | 0,64  |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código                | Cantidad | Ud. | Descripción                  | Precio | Importe      |
|-----------------------|----------|-----|------------------------------|--------|--------------|
| P04PB040              | 1,000    | ud  | Tapeta baldas 1200x50x10 mm. | 0,33   | 0,33         |
|                       | 3,000    | %   | Costes indirectos            | 31,36  | 0,94         |
| <b>Total partida:</b> |          |     |                              |        | <b>32,30</b> |

Asciende a la cantidad de **TREINTA Y DOS euros Y TREINTA cént.**

|                       |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |
|-----------------------|-----------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E09IMP012</b>      | <b>m2</b> |    | Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior en color rojo y prelacada en color blanco en cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8, medida en verdadera magnitud. |       |              |
| O01OA030              | 0,150     | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 14,70 | 2,21         |
| O01OA050              | 0,150     | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 13,36 | 2,00         |
| P05WTA010             | 1,000     | m2 | P.sand-cub a.prelac.+PUR+ac.galv. 30mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 17,75 | 17,75        |
| P05CW010              | 1,000     | ud | Tornillería y pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,10  | 0,10         |
|                       | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 22,06 | 0,66         |
| <b>Total partida:</b> |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       | <b>22,72</b> |

Asciende a la cantidad de **VEINTIDOS euros Y SETENTA Y DOS cént.**

|                       |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |
|-----------------------|-----------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E09IMP085</b>      | <b>m2</b> |    | Cerramiento en fachada de panel vertical formado por 2 láminas de acero prelacado en perfil comercial de 0,6 mm. y núcleo central de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 50 mm. sobre estructura auxiliar metálica, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. |       |              |
| O01OA030              | 0,200     | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 14,70 | 2,94         |
| O01OA050              | 0,200     | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 13,36 | 2,67         |
| P04SA020              | 1,000     | m2 | P.sand-vert a.prelac+PUR+a.prelac 50mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 20,73 | 20,73        |
| P05CW010              | 1,000     | ud | Tornillería y pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,10  | 0,10         |
|                       | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 26,44 | 0,79         |
| <b>Total partida:</b> |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       | <b>27,23</b> |

Asciende a la cantidad de **VEINTISIETE euros Y VEINTITRES cént.**

|                       |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |
|-----------------------|-----------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E09IMS082</b>      | <b>m.</b> |    | Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior de 600 mm. de desarrollo, en chapa lisa protectora anclada con tornillería a las estructura metálica, i/p.p. de solapes accesorios de fijación y juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9 10 y 11, medido en verdadera magnitud. |       |              |
| O01OA030              | 0,500     | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 14,70 | 7,35         |
| O01OA050              | 0,500     | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 13,36 | 6,68         |
| P05CGP310             | 1,300     | m. | Remate ac.prelac. a=50cm e=0,6mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6,27  | 8,15         |
| P05CW010              | 1,000     | ud | Tornillería y pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,10  | 0,10         |
|                       | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 22,28 | 0,67         |
| <b>Total partida:</b> |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       | <b>22,95</b> |

Asciende a la cantidad de **VEINTIDOS euros Y NOVENTA Y CINCO cént.**

|                 |           |    |                                                                                                                                                       |       |       |
|-----------------|-----------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| <b>E10ATF70</b> | <b>m2</b> |    | Canalón de chapa lacada de 0,7 mm de espesor y desarrollo 1000 mm, incluso embocaduras para bajantes, soporte de acero, totalmente montado y acabado. |       |       |
| O01OA030        | 2,000     | h. | Oficial primera                                                                                                                                       | 14,70 | 29,40 |
| O01OA050        | 2,000     | h. | Ayudante                                                                                                                                              | 13,36 | 26,72 |
| P04SB010        | 2,000     | m2 | P.sand-vert a.prelac+EPS+a.prelac 40mm                                                                                                                | 19,23 | 38,46 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción       | Precio                | Importe      |
|--------|----------|-----|-------------------|-----------------------|--------------|
|        | 3,000    | %   | Costes indirectos | 94,58                 | 2,84         |
|        |          |     |                   | <b>Total partida:</b> | <b>97,42</b> |

Asciende a la cantidad de **NOVENTA Y SIETE euros Y CUARENTA Y DOS cént.**

|                  |           |    |                                                                                                                                                              |                       |              |
|------------------|-----------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E10ATS050</b> | <b>m2</b> |    | Aislamiento térmico en suelos, mediante placas rígidas de poliestireno extruído tipo IV, Styrodur 3035-CS de 40 mm. de espesor y p.p. de corte y colocación. |                       |              |
| O010A030         | 0,050     | h. | Oficial primera                                                                                                                                              | 14,70                 | 0,74         |
| O010A050         | 0,050     | h. | Ayudante                                                                                                                                                     | 13,36                 | 0,67         |
| P07TX580         | 1,050     | m2 | P.pol.extr.Styrodur 3035-CS-40 mm                                                                                                                            | 10,18                 | 10,69        |
|                  | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                                            | 12,10                 | 0,36         |
|                  |           |    |                                                                                                                                                              | <b>Total partida:</b> | <b>12,46</b> |

Asciende a la cantidad de **DOCE euros Y CUARENTA Y SEIS cént.**

|                  |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |             |
|------------------|-----------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>E10ATV420</b> | <b>m2</b> |    | Aislamiento con planchas de poliestireno expandido de 60 mm. de espesor y 20 kg/m3. de densidad, autoextinguible M1, tipo IV-AE de 20 kg/m3 en cámaras de aire, i/p.p. de elementos de fijación, corte y colocación, deduciendo huecos superiores a 1 m2. |                       |             |
| O010A030         | 0,040     | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                           | 14,70                 | 0,59        |
| O010A050         | 0,040     | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                  | 13,36                 | 0,53        |
| P07TE120         | 0,065     | m3 | Polies.exp.tipo IV-AE 20 kg/m3 M1                                                                                                                                                                                                                         | 78,26                 | 5,09        |
|                  | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                         | 6,21                  | 0,19        |
|                  |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Total partida:</b> | <b>6,40</b> |

Asciende a la cantidad de **SEIS euros Y CUARENTA cént.**

|                  |           |    |                                                                                                                                                                                                        |                       |              |
|------------------|-----------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E10INP100</b> | <b>m2</b> |    | Impermeabilización de suelos constituida por: lámina sintética de PVC de 1,2 mm. no intemperie, armada con fibra de vidrio (R/V), de color gris/negro, Danopol V, para proteger con protección pesada. |                       |              |
| O010A030         | 0,120     | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                        | 14,70                 | 1,76         |
| O010A050         | 0,120     | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                               | 13,36                 | 1,60         |
| P06SL320         | 1,050     | m2 | Lám. PVC 1,2 mm. r.v. Danopol V                                                                                                                                                                        | 6,01                  | 6,31         |
| P06SI100         | 0,060     | l. | Adhesivo líquido de PVC                                                                                                                                                                                | 6,82                  | 0,41         |
|                  | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                      | 10,08                 | 0,30         |
|                  |           |    |                                                                                                                                                                                                        | <b>Total partida:</b> | <b>10,38</b> |

Asciende a la cantidad de **DIEZ euros Y TREINTA Y OCHO cént.**

|                  |           |    |                                                                                                                                                                                   |                       |             |
|------------------|-----------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>E11CCC020</b> | <b>m2</b> |    | Recrecido del soporte de pavimentos con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/8 (M-20) de 4 cm. de espesor, maestreado, medido en superficie realmente ejecutada. |                       |             |
| O010A030         | 0,170     | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                   | 14,70                 | 2,50        |
| O010A050         | 0,170     | h. | Ayudante                                                                                                                                                                          | 13,36                 | 2,27        |
| A02A090          | 0,042     | m3 | MORTERO CEMENTO 1/8 M-20                                                                                                                                                          | 56,52                 | 2,37        |
|                  | 3,000     | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                 | 7,14                  | 0,21        |
|                  |           |    |                                                                                                                                                                                   | <b>Total partida:</b> | <b>7,35</b> |

Asciende a la cantidad de **SIETE euros Y TREINTA Y CINCO cént.**

|                  |           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |      |
|------------------|-----------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| <b>E11EPO030</b> | <b>m2</b> |    | Solado de gres porcelánico prensado rústico (BIa), en baldosas de 40x40 cm., para tránsito denso (Abrasión IV), recibido con mortero cola, s/i. recrecido de mortero, i/ rejuntado con mortero de resinas epoxi (3-15mm) y limpieza, s/NTE-RSR-2, medido en superficie realmente ejecutada. |       |      |
| O010B090         | 0,400     | h. | Oficial solador, alicatador                                                                                                                                                                                                                                                                 | 14,35 | 5,74 |
| O010A070         | 0,400     | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12,72 | 5,09 |
| P01DA030         | 6,000     | kg | Mortero cola Cleintex Porcelánico blanco                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,65  | 3,90 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código                | Cantidad | Ud. | Descripción                          | Precio | Importe      |
|-----------------------|----------|-----|--------------------------------------|--------|--------------|
| P08EP0030             | 1,050    | m2  | Bald. gres porcelanico rustico 30x30 | 16,75  | 17,59        |
| P01DA110              | 0,225    | kg  | Mortero cola blanco ligantes mixtos  | 0,49   | 0,11         |
|                       | 3,000    | %   | Costes indirectos                    | 32,43  | 0,97         |
| <b>Total partida:</b> |          |     |                                      |        | <b>33,40</b> |

Asciende a la cantidad de **TREINTA Y TRES euros Y CUARENTA cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                  |       |              |
|-----------------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E13CS010</b>       |       | <b>ud</b> | Preferco de pino de 70x35 mm. de escuadrilla, para puertas normalizadas de una hoja, montado, incluso p.p. de medios auxiliares. |       |              |
| O01OB160              | 0,150 | h.        | Ayudante carpintero                                                                                                              | 13,63 | 2,04         |
| P11PP010              | 5,300 | m.        | Preferco de pino 70x35 mm.                                                                                                       | 2,40  | 12,72        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                | 14,76 | 0,44         |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                  |       | <b>15,20</b> |

Asciende a la cantidad de **QUINCE euros Y VEINTE cént.**

|                       |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |               |
|-----------------------|--------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>E13EPP020</b>      |        | <b>ud</b> | Puerta de paso ciega normalizada, serie media, con tablero normal (CTN) de pino melix lacado en blanco, incluso preferco de pino 70x35 mm., galce o cerco visto de DM rechapado de pino melix 70x30 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de pino melix 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar, de cierre y manivelas de latón, montada, incluso p.p. de medios auxiliares. |        |               |
| O01OB150              | 0,900  | h.        | Oficial 1ª carpintero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 15,09  | 13,58         |
| O01OB160              | 0,450  | h.        | Ayudante carpintero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 13,63  | 6,13          |
| E13CS010              | 1,000  | ud        | PRECERCO PINO 70x35 mm.P/1 HOJA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 15,20  | 15,20         |
| P11PR010              | 5,000  | m.        | Galce DM R.pino melix 70x30 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3,10   | 15,50         |
| P11TL010              | 10,200 | m.        | Tapajunt. DM LR pino melix 70x11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,32   | 13,47         |
| P11CN020              | 1,000  | ud        | Puerta paso CTN pino melix/mukali                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 89,43  | 89,43         |
| P11RB100              | 3,000  | ud        | Pernio latón plan.80x52mm.c/rte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,72   | 2,16          |
| P11WP080              | 18,000 | ud        | Tornillo ensamble zinc/pavón                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,02   | 0,36          |
| P11RR020              | 1,000  | ud        | Resbalón canto latonado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2,73   | 2,73          |
| P11RM020              | 1,000  | ud        | Juego manivelas latón pulido estándar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8,66   | 8,66          |
| P11WA020              | 1,000  | ud        | Barn.hoja p.ciegas/vidrier.lv.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 27,11  | 27,11         |
|                       | 3,000  | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 194,33 | 5,83          |
| <b>Total partida:</b> |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        | <b>200,16</b> |

Asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS euros Y DIECISEIS cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |               |
|-----------------------|-------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>E14AAG050</b>      |       | <b>m2</b> | Carpintería de aluminio anodizado en color blanco, en ventanas practicables de 2 hojas, mayores de 2 m2 y menores de 3 m2, compuesta por cerco con carriles para persiana, hojas, capialzado monobloc y persiana de PVC de lama de 50 mm., herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre preferco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-3. |        |               |
| O01OB130              | 0,250 | h.        | Oficial 1ª cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 14,35  | 3,59          |
| O01OB140              | 0,125 | h.        | Ayudante cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 13,50  | 1,69          |
| P12PW010              | 4,000 | m.        | Premarco aluminio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,75   | 11,00         |
| P12AAG110             | 1,000 | m2        | Vent. pract. monobloc >2 m2<3 m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 155,93 | 155,93        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 172,21 | 5,17          |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        | <b>177,38</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO SETENTA Y SIETE euros Y TREINTA Y OCHO cént.**

|                  |  |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |  |
|------------------|--|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>E14AAP051</b> |  | <b>ud</b> | Puerta compuesta por una hoja practicable, incluido manilla, cerradura, muelle, tirador y parteluz en la hoja, realizada con perfiles de aluminio de primera fusión extrusionado, aleación 6063 T-5. Con rotura de puente térmico en marco y en hoja con poliamida de 18 mm. Sección de marco 40 mm. y sección de hoja 50 mm. Con juntas de estanqueidad interior, central y de acristalamiento interior y exterior, en EPDM, preparado para |  |  |
|------------------|--|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código                | Cantidad | Ud.       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Precio | Importe       |
|-----------------------|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>E14AAP051</b>      |          | <b>ud</b> | acristalamiento tipo climalit. Cámara europea para el herraje, el cual será el que se ofrece como homologado y probado por el departamento técnico de Sistemas KL. Alineación exterior de marco y hoja. Tanto la mecanización, como el ensamble de perfiles, cumplirán con los criterios establecidos en el diseño de Sistemas KL (escuadras, salidas de aguas, sellado de ingleses, topes, etc...) |        |               |
| 001OB130              | 0,300    | h.        | Oficial 1ª cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 14,35  | 4,31          |
| 001OB140              | 0,150    | h.        | Ayudante cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 13,50  | 2,03          |
| P12PW010              | 5,600    | m.        | Premarco aluminio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2,75   | 15,40         |
| P12AAP080             | 1,000    | ud        | P. pract. K-50 1 hoja 70x210                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 324,96 | 324,96        |
|                       | 3,000    | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 346,70 | 10,40         |
| <b>Total partida:</b> |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        | <b>357,10</b> |

Asciende a la cantidad de **TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE euros Y DIEZ cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |               |
|-----------------------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>E15CGB060</b>      |       | <b>m2</b> | Puerta basculante articulada a 1/3, accionamiento manual esquilibradas por dos conjuntos de tres muelles laterales de seguridad, construida con cerco, bastidor y refuerzos de tubo de acero laminado, hoja ciega formando cuarterones de chapa de acero galvanizado sendzimer de 0,8 mm., bisagras, guías al techo, rodamientos, pernios de seguridad, cerradura de seguridad, tirador de PVC y demás accesorios, patillas de fijación a obra, incluso acabado de capa de pintura epoxi polimerizada al horno en blanco, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (sin incluir recibido de albañilería). |        |               |
| 001OB130              | 0,300 | h.        | Oficial 1ª cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14,35  | 4,31          |
| 001OB140              | 0,400 | h.        | Ayudante cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 13,50  | 5,40          |
| P13CG190              | 1,000 | m2        | Puerta plegable art. 1/3 cuart.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 102,87 | 102,87        |
| P13CX230              | 0,160 | ud        | Transporte a obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 60,00  | 9,60          |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 122,18 | 3,67          |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        | <b>125,85</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO VEINTICINCO euros Y OCHENTA Y CINCO cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |               |
|-----------------------|-------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>E15CGM020</b>      |       | <b>ud</b> | Equipo de motorización para puerta basculante de 1 hoja, compuesto por grupo de tracción al techo con sistema de cadena fija y motor deslizable con unión mecánica por medio de brazo curvo a puerta, armario metálico estanco para componentes, accionamiento mediante cerradura de contacto simple exterior y pulsador interior, instalado y en funcionamiento. |        |               |
| 001OB200              | 2,000 | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 14,57  | 29,14         |
| 001OB130              | 3,000 | h.        | Oficial 1ª cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 14,35  | 43,05         |
| 001OB140              | 3,000 | h.        | Ayudante cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 13,50  | 40,50         |
| P13CM080              | 1,000 | ud        | Equipo motoriz.p.bascul.estándar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 310,00 | 310,00        |
| P13CX020              | 1,000 | ud        | Cerradura contacto simple                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 21,04  | 21,04         |
| P13CX050              | 1,000 | ud        | Pulsador interior abrir-cerrar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 22,00  | 22,00         |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 465,73 | 13,97         |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        | <b>479,70</b> |

Asciende a la cantidad de **CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE euros Y SETENTA cént.**

|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |      |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| <b>E17BD051</b> |       | <b>m.</b> | Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 16 mm <sup>2</sup> , uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. |       |      |
| 001OB200        | 0,080 | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                         | 14,57 | 1,17 |
| 001OB220        | 0,080 | h.        | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                           | 13,63 | 1,09 |
| P15EB011        | 1,000 | ml        | Conduc cobre desnudo 16 mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                         | 0,60  | 0,60 |
| P01DW090        | 1,000 | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                | 0,75  | 0,75 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción       | Precio                | Importe     |
|--------|----------|-----|-------------------|-----------------------|-------------|
|        | 3,000    | %   | Costes indirectos | 3,61                  | 0,11        |
|        |          |     |                   | <b>Total partida:</b> | <b>3,72</b> |

Asciende a la cantidad de **TRES euros Y SETENTA Y DOS cént.**

|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |               |
|------------------|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>E17CBA031</b> |       | <b>ud</b> | Cuadro protección electrificación elevada formado por caja ABB, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial ABB de 2x40 A. 30 mA. y PIAS ABB (1+N) de 10, 16, 20 y 25 A. Instalado, incluyendo cableado y conexionado. |                       |               |
| O01OB200         | 3,000 | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14,57                 | 43,71         |
| P15FH030         | 1,000 | ud        | Arm. ABB puerta opaca 12 mód.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 9,60                  | 9,60          |
| P15FJ020         | 2,000 | ud        | Diferencial ABB 2x40A a 30mA tipo AC                                                                                                                                                                                                                                                                               | 37,73                 | 75,46         |
| P15FK010         | 2,000 | ud        | PIA ABB (I+N) 10A, 6/10kA curva C                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 11,19                 | 22,38         |
| P15FK020         | 2,000 | ud        | PIA ABB (I+N) 16A, 6/10kA curva C                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 11,46                 | 22,92         |
| P15FK040         | 1,000 | ud        | PIA ABB (I+N) 25A, 6/10kA curva C                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 11,95                 | 11,95         |
| P01DW090         | 2,000 | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,75                  | 1,50          |
|                  | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 187,52                | 5,63          |
|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total partida:</b> | <b>193,15</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO NOVENTA Y TRES euros Y QUINCE cént.**

|                 |        |           |                                                                                                                                                                                                                                 |                       |              |
|-----------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E17CC070</b> |        | <b>ud</b> | Circuito alumbrado realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión. |                       |              |
| O01OB200        | 0,250  | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                         | 14,57                 | 3,64         |
| O01OB210        | 0,250  | h.        | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                         | 13,63                 | 3,41         |
| P15GB010        | 5,000  | m.        | Tubo PVC corrugado M 20/gp5                                                                                                                                                                                                     | 0,09                  | 0,45         |
| P15GA010        | 30,000 | m.        | Cond. ríg. 750 V 1,5 mm2 Cu                                                                                                                                                                                                     | 0,12                  | 3,61         |
| P01DW090        | 1,000  | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                | 0,75                  | 0,75         |
|                 | 3,000  | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                               | 11,86                 | 0,36         |
|                 |        |           |                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Total partida:</b> | <b>12,22</b> |

Asciende a la cantidad de **DOCE euros Y VEINTIDOS cént.**

|                 |        |           |                                                                                                                                                                                                                                          |                       |              |
|-----------------|--------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E17CC080</b> |        | <b>ud</b> | Circuito usos varios realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión. |                       |              |
| O01OB200        | 0,250  | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                  | 14,57                 | 3,64         |
| O01OB210        | 0,250  | h.        | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                                  | 13,63                 | 3,41         |
| P15GB020        | 5,000  | m.        | Tubo PVC corrugado M 25/gp5                                                                                                                                                                                                              | 0,12                  | 0,60         |
| P15GA020        | 30,000 | m.        | Cond. ríg. 750 V 2,5 mm2 Cu                                                                                                                                                                                                              | 0,20                  | 6,01         |
| P01DW090        | 1,000  | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                         | 0,75                  | 0,75         |
|                 | 3,000  | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                        | 14,41                 | 0,43         |
|                 |        |           |                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Total partida:</b> | <b>14,84</b> |

Asciende a la cantidad de **CATORCE euros Y OCHENTA Y CUATRO cént.**

|                 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |      |
|-----------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| <b>E17CT030</b> |       | <b>m.</b> | Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. |       |      |
| O01OB200        | 0,200 | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14,57 | 2,91 |
| O01OB210        | 0,200 | h.        | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                            | 13,63 | 2,73 |
| P15GF030        | 1,000 | m.        | Moldura PVC. tapa ext. 10x30 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,13  | 1,13 |
| P15GA030        | 5,000 | m.        | Cond. ríg. 750 V 4 mm2 Cu                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,33  | 1,65 |
| P01DW090        | 1,000 | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,75  | 0,75 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción       | Precio                | Importe     |
|--------|----------|-----|-------------------|-----------------------|-------------|
|        | 3,000    | %   | Costes indirectos | 9,17                  | 0,28        |
|        |          |     |                   | <b>Total partida:</b> | <b>9,45</b> |

Asciende a la cantidad de **NUEVE euros Y CUARENTA Y CINCO cént.**

|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |              |
|------------------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E17MSA010</b> |        | <b>ud</b> | Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón serie 27, instalado. |                       |              |
| O01OB200         | 0,350  | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                   | 14,57                 | 5,10         |
| O01OB220         | 0,350  | h.        | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                     | 13,63                 | 4,77         |
| P15GB010         | 8,000  | m.        | Tubo PVC corrugado M 20/gp5                                                                                                                                                                                                                               | 0,09                  | 0,72         |
| P15GA010         | 16,000 | m.        | Cond. ríg. 750 V 1,5 mm2 Cu                                                                                                                                                                                                                               | 0,12                  | 1,92         |
| P15GK050         | 1,000  | ud        | Caja mecan. empotrar enlazable                                                                                                                                                                                                                            | 0,20                  | 0,20         |
| P15MSA010        | 1,000  | ud        | Interruptor Simón serie 27                                                                                                                                                                                                                                | 3,99                  | 3,99         |
| P01DW090         | 1,000  | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                          | 0,75                  | 0,75         |
|                  | 3,000  | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                         | 17,45                 | 0,52         |
|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Total partida:</b> | <b>17,97</b> |

Asciende a la cantidad de **DIECISIETE euros Y NOVENTA Y SIETE cént.**

|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                       |              |
|------------------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E17MSC090</b> |        | <b>ud</b> | Base de enchufe con toma de tierra lateral realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe sistema schuko 10-16 A. (II+t.) Simón serie 75, instalada. |                       |              |
| O01OB200         | 0,450  | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 14,57                 | 6,56         |
| O01OB220         | 0,450  | h.        | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 13,63                 | 6,13         |
| P15GB010         | 6,000  | m.        | Tubo PVC corrugado M 20/gp5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,09                  | 0,54         |
| P15GA020         | 18,000 | m.        | Cond. ríg. 750 V 2,5 mm2 Cu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,20                  | 3,60         |
| P15GK050         | 1,000  | ud        | Caja mecan. empotrar enlazable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,20                  | 0,20         |
| P15MSC070        | 1,000  | ud        | Base e. shucko Simón serie 75                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6,99                  | 6,99         |
| P01DW090         | 1,000  | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,75                  | 0,75         |
|                  | 3,000  | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 24,77                 | 0,74         |
|                  |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Total partida:</b> | <b>25,51</b> |

Asciende a la cantidad de **VEINTICINCO euros Y CINCUENTA Y UN cént.**

|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |              |
|------------------|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E18IAA010</b> |       | <b>ud</b> | Luminaria de superficie, de 1x40 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero prelacada en blanco. Equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. |                       |              |
| O01OB200         | 0,300 | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14,57                 | 4,37         |
| O01OB220         | 0,300 | h.        | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 13,63                 | 4,09         |
| P16BD010         | 1,000 | ud        | Lum.sup.dif.prismático 1x18 W. AF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 27,81                 | 27,81        |
| P16CC080         | 1,000 | ud        | Tubo fluorescente 18 W./830-840-827                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,88                  | 1,88         |
| P01DW090         | 1,000 | ud        | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,75                  | 0,75         |
|                  | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 38,90                 | 1,17         |
|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total partida:</b> | <b>40,07</b> |

Asciende a la cantidad de **CUARENTA euros Y SIETE cént.**

|                  |       |           |                                                                                                                                                        |        |        |
|------------------|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| <b>E18IED105</b> |       | <b>ud</b> | Suministro e instalación de proyector LED de emergencia Sagelux SD-2186, 2700lm, 40 W, 1 h, IP66 Totalmente instalada, conexionado y en funcionamiento |        |        |
| O01OB200         | 0,100 | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                | 14,57  | 1,46   |
| O01OB220         | 0,100 | h.        | Ayudante electricista                                                                                                                                  | 13,63  | 1,36   |
| P99CD576         | 1,000 | Ud        | PROYECTOR DE EMERGENCIA 2700lm IP66                                                                                                                    | 264,14 | 264,14 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código                | Cantidad | Ud. | Descripción       | Precio | Importe       |
|-----------------------|----------|-----|-------------------|--------|---------------|
| P01DW090              | 1,000    | ud  | Pequeño material  | 0,75   | 0,75          |
|                       | 3,000    | %   | Costes indirectos | 267,71 | 8,03          |
| <b>Total partida:</b> |          |     |                   |        | <b>275,74</b> |

Asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO euros Y SETENTA Y CUATRO cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                    |       |              |
|-----------------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E18IED107</b>      |       | <b>ud</b> | Suministro e instalación de proyector LED de emergencia Sagelux EVO-110EST. 110lm, 1 h, IP66 Totalmente instalada, conexionado y en funcionamiento |       |              |
| O01OB200              | 0,100 | h.        | Oficial 1ª electricista                                                                                                                            | 14,57 | 1,46         |
| O01OB220              | 0,100 | h.        | Ayudante electricista                                                                                                                              | 13,63 | 1,36         |
| P99CD578              | 1,000 | Ud        | LUMINARIA DE EMERGENCIA 110lm IP66                                                                                                                 | 48,29 | 48,29        |
| P01DW090              | 1,000 | ud        | Pequeño material                                                                                                                                   | 0,75  | 0,75         |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                  | 51,86 | 1,56         |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                    |       | <b>53,42</b> |

Asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y TRES euros Y CUARENTA Y DOS cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |               |
|-----------------------|-------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>E20AF020</b>       |       | <b>ud</b> | Acometida a la red general municipal de agua potable, hasta una longitud máxima de 6 metros, realizada con tubo de fundición de presión de 80 mm. de diámetro nominal, con válvula de compuerta de fundición con platina, p.p. de piezas especiales de fundición, terminada, funcionando y sin incluir la rotura del pavimento. |        |               |
| O01OB170              | 2,500 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 14,73  | 36,83         |
| O01OB180              | 1,250 | h.        | Oficial 2ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 13,81  | 17,26         |
| P17FA020              | 6,000 | m.        | Tub.fund.dúctil j.elást i/junta D=80mm                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16,65  | 99,90         |
| P17FA120              | 1,000 | ud        | Jta.tubo fund.pres.80 mm compl.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,12   | 1,12          |
| P17FE020              | 1,000 | ud        | Codo 90º fundición 75 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7,10   | 7,10          |
| P17XC100              | 1,000 | ud        | Válv.compuerta fund.platina 80mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 148,99 | 148,99        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 311,20 | 9,34          |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        | <b>320,54</b> |

Asciende a la cantidad de **TRESCIENTOS VEINTE euros Y CINCUENTA Y CUATRO cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |             |
|-----------------------|-------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>E20TC020</b>       |       | <b>m.</b> | Tubería de cobre recocido, de 13/15 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. |       |             |
| O01OB170              | 0,180 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                             | 14,73 | 2,65        |
| P17CH020              | 1,000 | m.        | Tubo cobre en rollo 13/15 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,18  | 1,18        |
| P17CW020              | 0,500 | ud        | Codo 90º HH cobre de 15 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,17  | 0,09        |
| P15GC020              | 1,000 | m.        | Tubo PVC corrug.forrado M 25/gp7                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,21  | 0,21        |
| P17CW100              | 0,300 | ud        | Te HHH cobre de 15 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,26  | 0,08        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4,21  | 0,13        |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       | <b>4,34</b> |

Asciende a la cantidad de **CUATRO euros Y TREINTA Y CUATRO cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                   |       |              |
|-----------------------|-------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E20WJP041</b>      |       | <b>m.</b> | Bajante de PVC de pluviales, de 160 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica (EN12200), colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. |       |              |
| O01OB170              | 0,300 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                   | 14,73 | 4,42         |
| P17VF040              | 2,000 | m.        | Tubo PVC evac.pluv.j.elást. 125 mm.                                                                                                                                                                               | 4,07  | 8,14         |
| P17VP070              | 0,300 | ud        | Codo M-H PVC evacuación j.peg. 125mm.                                                                                                                                                                             | 4,37  | 1,31         |
| P17JP080              | 1,000 | ud        | Collarín bajante PVC D=125mm.                                                                                                                                                                                     | 1,46  | 1,46         |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                 | 15,33 | 0,46         |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                   |       | <b>15,79</b> |

Asciende a la cantidad de **QUINCE euros Y SETENTA Y NUEVE cént.**

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código           | Cantidad | Ud.       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                  | Precio                | Importe       |
|------------------|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>E21ADP040</b> |          | <b>ud</b> | Plato de ducha de porcelana, de 160x80 cm., blanco, con grifería mezcladora exterior monomando, con ducha teléfono, flexible de 150 cm. y soporte articulado, incluso válvula de desagüe sifónica, con salida horizontal de 60 mm., instalada y funcionando. |                       |               |
| O01OB170         | 0,800    | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                              | 14,73                 | 11,78         |
| P18DP200         | 1,000    | ud        | P. ducha 90x90 blanco                                                                                                                                                                                                                                        | 112,00                | 112,00        |
| P18GD050         | 1,000    | ud        | Monomando ext. ducha telf. cromo s.n.                                                                                                                                                                                                                        | 37,70                 | 37,70         |
| P18DM200         | 1,000    | ud        | Desagüe p/ducha crom. D60                                                                                                                                                                                                                                    | 9,71                  | 9,71          |
|                  | 3,000    | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                            | 171,19                | 5,14          |
|                  |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Total partida:</b> | <b>176,33</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO SETENTA Y SEIS euros Y TREINTA Y TRES cént.**

|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                       |               |
|------------------|-------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>E21ALA020</b> |       | <b>ud</b> | Lavabo de porcelana vitrificada en blanco, de 65x51 cm. colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando cromado, con rompechorros, incluso válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando. |                       |               |
| O01OB170         | 1,000 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                             | 14,73                 | 14,73         |
| P18LP020         | 1,000 | ud        | Lav.65x51cm.c/ped.bla. Victoria                                                                                                                                                                                                                                                                             | 50,90                 | 50,90         |
| P18GL070         | 1,000 | ud        | Grif.monomando lavabo cromo s.n.                                                                                                                                                                                                                                                                            | 31,20                 | 31,20         |
| P17SV100         | 1,000 | ud        | Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2,37                  | 2,37          |
| P17XT030         | 2,000 | ud        | Llave de escuadra de 1/2" a 1/2"                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2,34                  | 4,68          |
| P18GW040         | 2,000 | ud        | Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2"                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2,55                  | 5,10          |
|                  | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 108,98                | 3,27          |
|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Total partida:</b> | <b>112,25</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO DOCE euros Y VEINTICINCO cént.**

|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |               |
|------------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>E21ANB010</b> |       | <b>ud</b> | Inodoro de porcelana vitrificada en color, de tanque bajo serie normal, colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando. |                       |               |
| O01OB170         | 1,300 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 14,73                 | 19,15         |
| P18IB010         | 1,000 | ud        | Inod.t.bajo c/tapa-mec.c.Victoria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 156,70                | 156,70        |
| P17XT030         | 1,000 | ud        | Llave de escuadra de 1/2" a 1/2"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,34                  | 2,34          |
| P18GW040         | 1,000 | ud        | Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,55                  | 2,55          |
|                  | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 180,74                | 5,42          |
|                  |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Total partida:</b> | <b>186,16</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO OCHENTA Y SEIS euros Y DIECISEIS cént.**

|                 |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |
|-----------------|--------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| <b>E22DG111</b> |        | <b>ud</b> | Depósito de 30.000 l. de chapa de acero, completo, para ir aéreo protegido contra corrosión mediante tratamiento de chorro de arena SA-2 1/2, imprimación de 300 micras de resina de poliuretano, i/ capas epoxi, i/homologación M.I.E., sin incluir obra civil, i/canalización con tubería de cobre electrolítico protegido con funda de tubo PVC de 18 mm., boca de carga de 3" tipo CAMPSA, tubería de ventilación, válvulas y accesorios, sin equipo de presión. |          |          |
| O01OB170        | 10,000 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 14,73    | 147,30   |
| O01OB180        | 10,000 | h.        | Oficial 2ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 13,81    | 138,10   |
| M02GE020        | 2,000  | h.        | Grúa telescópica autoprop. 25 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 86,74    | 173,48   |
| P20DO110        | 1,000  | ud        | Depósito p.e.gasóleo 30.000 l.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4.020,58 | 4.020,58 |
| P20DO240        | 1,000  | ud        | Valv. red. de presión 1/2"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 36,25    | 36,25    |
| P20TC010        | 25,000 | m.        | Tuber.cobre D=10/12 mm.i/acc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,08     | 27,01    |
| P20DO210        | 1,000  | ud        | Boca de carga 3" Campsa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 27,16    | 27,16    |
| P20TC120        | 25,000 | m.        | Tubo PVC D=32 mm.i/acc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,88     | 22,01    |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código                | Cantidad | Ud. | Descripción                 | Precio   | Importe         |
|-----------------------|----------|-----|-----------------------------|----------|-----------------|
| P20DO230              | 1,000    | ud  | Varilla medición< 30.000 l. | 58,89    | 58,89           |
| P20DO250              | 1,000    | ud  | Avisador de reserva         | 146,71   | 146,71          |
| P20DO260              | 1,000    | ud  | Cortafuegos tipo T 1 1/2    | 9,75     | 9,75            |
|                       | 3,000    | %   | Costes indirectos           | 4.807,24 | 144,22          |
| <b>Total partida:</b> |          |     |                             |          | <b>4.951,46</b> |

Asciende a la cantidad de **CUATRO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y UN euros Y CUARENTA Y SEIS cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |             |
|-----------------------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>E22NTP030</b>      |       | <b>m.</b> | Tubería de polipropileno D=25 mm. x 4,2 mm. (3/4") según Norma UNE 53.415, para red de distribución de circuito de calefacción i/ accesorios de unión del mismo material o metálicos en transición, protegido con tubo corrugado, aislante, instalado y probado a 20 kg/cm2 de presión. |       |             |
| O01OB170              | 0,050 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                         | 14,73 | 0,74        |
| O01OB180              | 0,050 | h.        | Oficial 2ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                         | 13,81 | 0,69        |
| P20TP030              | 1,000 | m.        | Tubería polipropileno D=25                                                                                                                                                                                                                                                              | 2,49  | 2,49        |
| P20TP060              | 0,200 | ud        | P.p.accesori.polipropileno D=25                                                                                                                                                                                                                                                         | 3,60  | 0,72        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4,64  | 0,14        |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       | <b>4,78</b> |

Asciende a la cantidad de **CUATRO euros Y SETENTA Y OCHO cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                        |       |             |
|-----------------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
| <b>E22NTR050</b>      |       | <b>m.</b> | Tubería de polietileno, de 32 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX:2001, para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores) con p.p. de accesorios. Totalmente instalada. |       |             |
| O01OB170              | 0,050 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                        | 14,73 | 0,74        |
| P20TR070              | 1,000 | m.        | Tubería Wirsbo EvalPEX 16x2                                                                                                                                                            | 1,32  | 1,32        |
| P20TR140              | 1,000 | ud        | Accesorios Wirsbo Q&E 16x2                                                                                                                                                             | 0,43  | 0,43        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                      | 2,49  | 0,07        |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                        |       | <b>2,56</b> |

Asciende a la cantidad de **DOS euros Y CINCUENTA Y SEIS cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                |        |               |
|-----------------------|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| <b>E22TCE010</b>      |       | <b>ud</b> | Calentador eléctrico instantáneo Junkers mod. ED12-1S de un consumo nominal de 12 kW. Alimentación trifásica a 220 V. (triángulo). Caudal de 6,9 l/min. Dimensiones 473x233x125 mm. Instalado. |        |               |
| O01OB170              | 1,200 | h.        | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                | 14,73  | 17,68         |
| P20AC010              | 1,000 | ud        | Calent. eléctrico Junkers ED12-1S                                                                                                                                                              | 304,00 | 304,00        |
| P20TV020              | 2,000 | ud        | Válvula de esfera 1/2"                                                                                                                                                                         | 3,80   | 7,60          |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                              | 329,28 | 9,88          |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                |        | <b>339,16</b> |

Asciende a la cantidad de **TRESCIENTOS TREINTA Y NUEVE euros Y DIECISEIS cént.**

|                       |       |           |                                                                                                                                                                                                                      |       |              |
|-----------------------|-------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| <b>E26FEE200</b>      |       | <b>ud</b> | Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 5 kg. de agente extintor, construido en acero, con soporte y manguera con difusor, según Norma UNE. Equipo con certificación AENOR. Medida la unidad instalada. |       |              |
| O01OA060              | 0,100 | h.        | Peón especializado                                                                                                                                                                                                   | 12,81 | 1,28         |
| P23FJ260              | 1,000 | ud        | Extintor CO2 5 kg. de acero                                                                                                                                                                                          | 76,63 | 76,63        |
|                       | 3,000 | %         | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                    | 77,91 | 2,34         |
| <b>Total partida:</b> |       |           |                                                                                                                                                                                                                      |       | <b>80,25</b> |

Asciende a la cantidad de **OCHENTA euros Y VEINTICINCO cént.**

|                  |       |           |                                                                                                                                                                                      |       |      |
|------------------|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| <b>E26FEE300</b> |       | <b>ud</b> | Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 10 kg. de agente extintor, construido en acero, con ruedas y manguera con difusor, según Norma UNE. Medida la unidad instalada. |       |      |
| O01OA060         | 0,100 | h.        | Peón especializado                                                                                                                                                                   | 12,81 | 1,28 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código   | Cantidad | Ud. | Descripción                     | Precio                | Importe       |
|----------|----------|-----|---------------------------------|-----------------------|---------------|
| P23FJ270 | 1,000    | ud  | Carro extintor CO2 10 kg. acero | 181,50                | 181,50        |
|          | 3,000    | %   | Costes indirectos               | 182,78                | 5,48          |
|          |          |     |                                 | <b>Total partida:</b> | <b>188,26</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO OCHENTA Y OCHO euros Y VEINTISEIS cént.**

|                 |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |              |
|-----------------|-------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E26FJ170</b> |       | ud | Señalización de equipos contra incendios fotoluminiscente, de riesgo diverso, advertencia de peligro, prohibición, evacuación y salvamento, en polipropileno de 1 mm fotoluminiscente, de dimensiones 420 x 594 mm. Medida la unidad instalada. |                       |              |
| O01OA060        | 0,250 | h. | Peón especializado                                                                                                                                                                                                                              | 12,81                 | 3,20         |
| P23FK210        | 1,000 | ud | Señal poliprop. 420x594mm.fotolumi.                                                                                                                                                                                                             | 17,21                 | 17,21        |
|                 | 3,000 | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                               | 20,41                 | 0,61         |
|                 |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Total partida:</b> | <b>21,02</b> |

Asciende a la cantidad de **VEINTIUN euros Y DOS cént.**

|                  |       |    |                                                                              |                       |              |
|------------------|-------|----|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E28RSI020</b> |       | ud | Equipo completo para trabajos compuesto por equipo de protección individual. |                       |              |
| P31IS700         | 0,200 | ud | Equipo trabajo horizontal                                                    | 181,22                | 36,24        |
|                  | 3,000 | %  | Costes indirectos                                                            | 36,24                 | 1,09         |
|                  |       |    |                                                                              | <b>Total partida:</b> | <b>37,33</b> |

Asciende a la cantidad de **TREINTA Y SIETE euros Y TREINTA Y TRES cént.**

|                  |       |    |                                                                                                                     |                       |              |
|------------------|-------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E28RSI030</b> |       | ud | Equipo completo para la señalización de los trabajos de la obra, cumpliendo toda la normativa de Seguridad y Salud. |                       |              |
| P31IS720         | 0,200 | ud | Equipo trabajo vert. y horiz.                                                                                       | 182,50                | 36,50        |
|                  | 3,000 | %  | Costes indirectos                                                                                                   | 36,50                 | 1,10         |
|                  |       |    |                                                                                                                     | <b>Total partida:</b> | <b>37,60</b> |

Asciende a la cantidad de **TREINTA Y SIETE euros Y SESENTA cént.**

|                |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |               |
|----------------|-------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>E28W020</b> |       | ud | Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª. |                       |               |
| P31W020        | 1,000 | ud | Costo mensual Comité seguridad                                                                                                                                                                                                                                                            | 114,62                | 114,62        |
|                | 3,000 | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                         | 114,62                | 3,44          |
|                |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Total partida:</b> | <b>118,06</b> |

Asciende a la cantidad de **CIENTO DIECIOCHO euros Y SEIS cént.**

|                |       |    |                                                                                                                                |                       |              |
|----------------|-------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>E28W050</b> |       | ud | Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. |                       |              |
| P31W050        | 1,000 | ud | Costo mens. formación seguridad                                                                                                | 60,04                 | 60,04        |
|                | 3,000 | %  | Costes indirectos                                                                                                              | 60,04                 | 1,80         |
|                |       |    |                                                                                                                                | <b>Total partida:</b> | <b>61,84</b> |

Asciende a la cantidad de **SESENTA Y UN euros Y OCHENTA Y CUATRO cént.**

|                  |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |      |
|------------------|-------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| <b>E29BFF015</b> |       | ud | Ensayo para el control estadístico, según EHE, en la recepción de hormigón fresco con la toma de muestras, fabricación y conservación en cámara húmeda, refrendado y rotura a compresión simple a 28 días de 2 probetas cilíndricas de 15x30 cm. y la consistencia, según UNE 83300/1/3/4/13; incluso emisión del acta de resultados. |      |      |
| P32HF010         | 2,000 | ud | Consist.cono Abrams,hormigón                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3,01 | 6,02 |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | <b>INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN</b> |
| SITUACIÓN | <b>NARROS</b>                                                                           |

## Resumen de precios descompuestos

| Código   | Cantidad | Ud. | Descripción                      | Precio                | Importe      |
|----------|----------|-----|----------------------------------|-----------------------|--------------|
| P32HF025 | 1,000    | ud  | Resist.compr.2 probetas,hormigón | 45,08                 | 45,08        |
|          | 3,000    | %   | Costes indirectos                | 51,10                 | 1,53         |
|          |          |     |                                  | <b>Total partida:</b> | <b>52,63</b> |

Asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y DOS euros Y SESENTA Y TRES cént.**

|                  |       |    |                                                                                                                                                                                                                            |                       |               |
|------------------|-------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>E29BFF070</b> |       | ud | Control estadístico para la determinación de la resistencia estimada de un hormigón de cimentación, para un volumen comprendido entre 100 y 200 m3 para un control a nivel normal; incluso emisión del acta de resultados. |                       |               |
| E29BFF015        | 4,000 | ud | SERIE 2 PROBETAS, HORMIGÓN                                                                                                                                                                                                 | 52,63                 | 210,52        |
|                  | 3,000 | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                          | 210,52                | 6,32          |
|                  |       |    |                                                                                                                                                                                                                            | <b>Total partida:</b> | <b>216,84</b> |

Asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS DIECISEIS euros Y OCHENTA Y CUATRO cént.**

|                 |       |    |                                                                                                                                   |                       |             |
|-----------------|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>E29CS050</b> |       | ud | Examen visual para control de la ejecución de soldaduras en estructuras metálicas, según UNE-EN 970; incluso emisión del informe. |                       |             |
| P32M045         | 1,000 | ud | Examen visual cordón soldadura                                                                                                    | 9,02                  | 9,02        |
| %               | 0,030 | ud | Redacción Informe                                                                                                                 | 9,02                  | 0,27        |
|                 | 3,000 | %  | Costes indirectos                                                                                                                 | 9,29                  | 0,28        |
|                 |       |    |                                                                                                                                   | <b>Total partida:</b> | <b>9,57</b> |

Asciende a la cantidad de **NUEVE euros Y CINCUENTA Y SIETE cént.**

|                 |       |    |                                                               |                       |             |
|-----------------|-------|----|---------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>E30CH051</b> |       | ud | Instalación de Maquinaria con su equipamiento, en el Proyecto |                       |             |
| M13W408         | 1,000 | Ud | Instalación Maquinaria                                        | 1,00                  | 1,00        |
|                 | 3,000 | %  | Costes indirectos                                             | 1,00                  | 0,03        |
|                 |       |    |                                                               | <b>Total partida:</b> | <b>1,03</b> |

Asciende a la cantidad de **UN euro Y TRES cént.**

|                 |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |             |
|-----------------|-------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>E30VM815</b> |       | ud | Partida para la gestión de residuos de naturaleza no peligrosos generados en obras de nueva construcción, con tratamiento en Planta de Gestión autorizada en base a la tarifa de: Tierras: 3,00€/Tn Hormigones limpios: 8,00 €/Tn Inertes o mezclas de inertes (cerámicos, ladrillos..) 10,00€/Tn Yesos : 25,00€/Tn Mezclas RCDS No peligrosos (plásticos, maderas, cartón...) 18,00€/tn Maderas: 22,00€/tn Maderas verdes, podas.: 60,00€/tn Cartón: 3,00€/Tn Plásticos rígidos: 65,00€/tn Plásticos no rígidos: 55,00€/tn Mezcla asimilable a industria no peligroso de baja densidad con alto grado de valorización (alto contenido en plástico, cartones, madera,...) 60,00€/tn Mezcla asimilable a industria no peligrosa con bajo grado de valorización : 95,00€/tn |                       |             |
| P99AA09         | 0,003 | ud | Recogida y Evacuación de Residuos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 339,50                | 1,02        |
|                 | 3,000 | %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,02                  | 0,03        |
|                 |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Total partida:</b> | <b>1,05</b> |

Asciende a la cantidad de **UN euro Y CINCO cént.**

|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

| CAPÍTULO: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO [1] |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                                |       |       |                 | Pág.: 1 |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------|---------|
| Clave                                       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cant.                                          | Mediciones                                                                   |                                                                              |                                                                              | Resultado                                                                      |       | Ud    | Precio Unitario | Importe |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                | Largo                                                                        | Ancho                                                                        | Alto                                                                         | Parcial                                                                        | Total |       |                 |         |
| 01001                                       | (E02AM020) Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.<br>-PLATAFORMA ENTRADA Y NAVE                                                                                                                                                                                   | 1                                              | 2.523,00                                                                     |                                                                              |                                                                              | 2.523,00                                                                       |       |       |                 |         |
|                                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                |                                                                              |                                                                              |                                                                              | 2.523,00                                                                       | m2    | 0,76  | 1.917,48        |         |
| 01002                                       | (E02EM035) Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.<br>-ZAPATAS Z1<br>-ZAPATAS Z2<br>-ZAPATAS Z3<br>-ZAPATAS Z4<br>-ZAPATAS Z5<br>-RIOSTRA NAVE R1<br>-RIOSTRA NAVE R1<br>-RIOSTRA NAVE R1<br>-RIOSTRA OFICINA R2<br>-RIOSTRA OFICINA R2 | 6<br>4<br>1<br>1<br>2<br>4<br>4<br>4<br>2<br>1 | 0,70<br>1,30<br>1,90<br>1,30<br>0,80<br>9,00<br>9,30<br>5,03<br>6,65<br>5,20 | 1,05<br>1,30<br>0,95<br>0,65<br>0,80<br>0,80<br>0,80<br>0,80<br>0,40<br>0,40 | 0,80<br>0,60<br>0,60<br>0,60<br>0,60<br>0,50<br>0,50<br>0,50<br>0,50<br>0,50 | 3,53<br>4,06<br>1,08<br>0,51<br>0,77<br>14,40<br>14,88<br>8,05<br>2,66<br>1,04 |       |       |                 |         |
|                                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                |                                                                              |                                                                              |                                                                              | 50,98                                                                          | m3    | 18,22 | 928,86          |         |
| 01003                                       | (E02ES040) Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.<br>-RELLENO PLUVIALES<br>-SANEAMIENTO<br>-SANEAMIENTO ENLACE GENERAL<br>-PLUVIALES<br>-PLUVIALES               | 1<br>1<br>1<br>1<br>1                          | 6,00<br>8,00<br>29,00<br>25,40<br>28,50                                      | 0,60<br>0,60<br>0,60<br>0,60<br>0,60                                         | 0,60<br>0,60<br>0,80<br>0,60<br>0,60                                         | 2,16<br>2,88<br>13,92<br>9,14<br>10,26                                         |       |       |                 |         |
|                                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                |                                                                              |                                                                              |                                                                              | 38,36                                                                          | m3    | 16,48 | 632,17          |         |
| 01004                                       | (E02SA030) Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 20 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.<br>-OFICINA                                      | 1                                              | 8,00                                                                         | 6,25                                                                         | 0,20                                                                         | 10,00                                                                          |       |       |                 |         |
|                                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                |                                                                              |                                                                              |                                                                              | 10,00                                                                          | m3    | 17,41 | 174,10          |         |
| 01005                                       | (E02SA055) Acopio, transporte, relleno y extendido de arena de miga a cielo abierto, por medios mecánicos, considerando el material a una distancia máxima de 20 Km y con p.p. de medios auxiliares.<br>-RELLENO SANEAMIENTO<br>-RELLENO SANEAMIENTO                                                                                                                             | 1<br>1                                         | 6,00<br>8,00                                                                 | 0,60<br>0,60                                                                 | 0,40<br>0,40                                                                 | 1,44<br>1,92                                                                   |       |       |                 |         |





|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

| CAPÍTULO: RED DE SANEAMIENTO [2] |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |                |       |      |                |       |       |                 | Pág.: 4 |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|-------|------|----------------|-------|-------|-----------------|---------|
| Clave                            | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Cant.  | Mediciones     |       |      | Resultado      |       | Ud    | Precio Unitario | Importe |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        | Largo          | Ancho | Alto | Parcial        | Total |       |                 |         |
|                                  | hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.<br>-SANEAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1      | 14,00          |       |      | 14,00          |       |       |                 |         |
|                                  | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |                |       |      | 14,00          | m.    | 13,88 | 194,32          |         |
| 02005                            | (E030EP030) Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 2 kN/m2; con un diámetro 250 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.<br>-SANEAMIENTO<br>-PLUVIALES | 1<br>1 | 29,00<br>53,90 |       |      | 29,00<br>53,90 |       |       |                 |         |
|                                  | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |                |       |      | 82,90          | m.    | 31,82 | 2.637,88        |         |
|                                  | Total capítulo.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |                |       |      |                |       |       | 3.776,74        |         |
|                                  | Suma y sigue.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |                |       |      |                |       |       | 8.148,66        |         |

|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

| CAPÍTULO: CIMENTACIONES [3] |                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |            |       |      |           |        |    |                 | Pág.: 5  |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------|------|-----------|--------|----|-----------------|----------|
| Clave                       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                               | Cant. | Mediciones |       |      | Resultado |        | Ud | Precio Unitario | Importe  |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                           |       | Largo      | Ancho | Alto | Parcial   | Total  |    |                 |          |
| 03001                       | (E04AM150) Malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=12 mm. en cuadrícula 20x20 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE.                                                                                                                  |       |            |       |      |           |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA MUROS                                                                                                                                                                                                                                                           | 2     | 40,25      |       | 1,70 | 136,85    |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA MUROS                                                                                                                                                                                                                                                           | 2     | 12,25      |       | 1,70 | 41,65     |        |    |                 |          |
|                             | -DEDUCIR PUERTAS                                                                                                                                                                                                                                                          | -3    | 4,50       |       | 1,70 | -22,94    |        |    |                 |          |
|                             | -DEDUCIR PUERTA                                                                                                                                                                                                                                                           | -1    | 1,00       |       | 1,70 | -1,69     |        |    |                 |          |
|                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                        |       |            |       |      |           | 153,89 | m2 | 7,61            | 1.171,10 |
| 03002                       | (E04AM152) Malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=16 mm. en cuadrícula 20x20 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE.                                                                                                                  |       |            |       |      |           |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA ZAPATAS Z1                                                                                                                                                                                                                                                      | 6     | 0,70       | 1,05  |      | 4,41      |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA ZAPATAS Z2                                                                                                                                                                                                                                                      | 4     | 1,30       | 1,30  |      | 6,76      |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA ZAPATAS Z3                                                                                                                                                                                                                                                      | 1     | 1,90       | 0,95  |      | 1,81      |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA ZAPATAS Z4                                                                                                                                                                                                                                                      | 1     | 1,30       | 0,65  |      | 0,85      |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA ZAPATAS Z5                                                                                                                                                                                                                                                      | 2     | 8,00       | 0,80  |      | 12,80     |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA RIOSTRA R1                                                                                                                                                                                                                                                      | 8     | 9,00       | 0,80  |      | 57,60     |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA RIOSTRA R1                                                                                                                                                                                                                                                      | 8     | 9,30       | 0,80  |      | 59,52     |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA RIOSTRA R1                                                                                                                                                                                                                                                      | 8     | 5,03       | 0,80  |      | 32,19     |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA RIOSTRA R2                                                                                                                                                                                                                                                      | 4     | 6,65       | 0,40  |      | 10,64     |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA RIOSTRA R2                                                                                                                                                                                                                                                      | 2     | 5,20       | 0,40  |      | 4,16      |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA LOSA CALDERA                                                                                                                                                                                                                                                    | 2     | 4,00       | 4,00  |      | 32,00     |        |    |                 |          |
|                             | -ARMADURA LOSA DEPOSITO                                                                                                                                                                                                                                                   | 2     | 3,00       | 3,00  |      | 18,00     |        |    |                 |          |
|                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                        |       |            |       |      |           | 240,74 | m2 | 6,07            | 1.461,29 |
| 03003                       | (E04AP021) Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones según planos, con cuatro patillas de redondo corrugado de 22 mm. de diámetro, con longitud total según planos, soldadas, i/ taladro central, colocada. Según normas MV y EHE. |       |            |       |      |           |        |    |                 |          |
|                             | -CIMENTACION                                                                                                                                                                                                                                                              | 14    |            |       |      | 14,00     |        |    |                 |          |
|                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                        |       |            |       |      |           | 14,00  | ud | 40,02           | 560,28   |
| 03004                       | (E04MEF020) Encofrado y desencofrado en muros de dos caras vistas de 1,70 m. de altura, con paneles metálicos modulares de 3,00 m. de altura considerando 20 posturas. Según NTE.                                                                                         |       |            |       |      |           |        |    |                 |          |
|                             | -MURO                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2     | 40,25      |       | 1,70 | 136,85    |        |    |                 |          |
|                             | -MURO                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2     | 12,25      |       | 1,70 | 41,65     |        |    |                 |          |
|                             | -DEDUCIR PUERTAS                                                                                                                                                                                                                                                          | -3    | 4,50       |       | 1,70 | -22,94    |        |    |                 |          |
|                             | -DEDUCIR PUERTA                                                                                                                                                                                                                                                           | -1    | 1,00       |       | 1,70 | -1,69     |        |    |                 |          |
|                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                        |       |            |       |      |           | 153,89 | m2 | 17,21           | 2.648,45 |
| 03005                       | (E04MM010) Hormigón de limpieza HA-25/P/20/I, elaborado en central, incluso vertido manual, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM y EHE                                                                                                                                |       |            |       |      |           |        |    |                 |          |
|                             | -ZAPATAS Z1                                                                                                                                                                                                                                                               | 6     | 0,70       | 1,05  | 0,10 | 0,44      |        |    |                 |          |
|                             | -ZAPATAS Z2                                                                                                                                                                                                                                                               | 4     | 1,30       | 1,30  | 0,10 | 0,68      |        |    |                 |          |
|                             | -ZAPATAS Z3                                                                                                                                                                                                                                                               | 1     | 1,90       | 0,95  | 0,10 | 0,18      |        |    |                 |          |
|                             | -ZAPATAS Z4                                                                                                                                                                                                                                                               | 1     | 1,30       | 0,65  | 0,10 | 0,08      |        |    |                 |          |
|                             | -ZAPATAS Z5                                                                                                                                                                                                                                                               | 2     | 0,80       | 0,80  | 0,10 | 0,13      |        |    |                 |          |
|                             | -RIOSTRA NAVE R1                                                                                                                                                                                                                                                          | 4     | 9,00       | 0,80  | 0,10 | 2,88      |        |    |                 |          |









|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

| CAPÍTULO: CUBIERTAS [7] |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |            |       |      |           |       |       |                 | Pág.: 10 |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------|------|-----------|-------|-------|-----------------|----------|
| Clave                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cant. | Mediciones |       |      | Resultado |       | Ud    | Precio Unitario | Importe  |
|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       | Largo      | Ancho | Alto | Parcial   | Total |       |                 |          |
| 07001                   | (E09IMP012) Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior en color rojo y prelacada en color blanco en cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8, medida en verdadera magnitud. |       |            |       |      |           |       |       |                 |          |
|                         | -NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1     | 40,25      | 12,25 |      | 493,06    |       |       |                 |          |
|                         | -OFICINA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1     | 8,00       | 6,25  |      | 50,00     |       |       |                 |          |
|                         | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |       |      | 543,06    | m2    | 22,72 | 12.338,32       |          |
| 07002                   | (E09IMP085) Cerramiento en fachada de panel vertical formado por 2 láminas de acero prelacado en perfil comercial de 0,6 mm. y núcleo central de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 50 mm. sobre estructura auxiliar metálica, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.                    |       |            |       |      |           |       |       |                 |          |
|                         | -LATERALES DE LA NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2     | 40,25      |       | 5,09 | 409,75    |       |       |                 |          |
|                         | -LATERALES DE LA NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2     | 12,25      |       | 5,09 | 124,71    |       |       |                 |          |
|                         | -DEDUCIR PUERTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -3    | 4,50       |       | 2,50 | -33,74    |       |       |                 |          |
|                         | -DEDUCIR PUERTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -1    | 1,00       |       | 0,62 | -0,61     |       |       |                 |          |
|                         | -DEDUCIR LATERAL OFICINAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -1    | 4,75       |       | 2,78 | -13,20    |       |       |                 |          |
|                         | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |       |      | 486,94    | m2    | 27,23 | 13.259,38       |          |
| 07003                   | (E09IMS082) Remate de chapa de acero de 0,6 mm. en perfil comercial prelacado por cara exterior de 600 mm. de desarrollo, en chapa lisa protectora anclada con tornillerería a las estructura metálica, i/p.p. de solapes accesorios de fijación y juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9 10 y 11, medido en verdadera magnitud.                                                |       |            |       |      |           |       |       |                 |          |
|                         | -CUMBRERA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1     | 40,25      |       |      | 40,25     |       |       |                 |          |
|                         | -LATERALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2     | 40,25      |       |      | 80,50     |       |       |                 |          |
|                         | -HASTIALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4     | 6,27       |       |      | 25,08     |       |       |                 |          |
|                         | -LATERALES INFERIOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2     | 40,25      |       |      | 80,50     |       |       |                 |          |
|                         | -HASTIALES INFERIOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2     | 12,25      |       |      | 24,50     |       |       |                 |          |
|                         | -OFICINA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2     | 8,00       |       |      | 16,00     |       |       |                 |          |
|                         | -OFICINA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1     | 6,25       |       |      | 6,25      |       |       |                 |          |
|                         | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |       |      | 273,08    | m.    | 22,95 | 6.267,19        |          |
|                         | Total capítulo.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |            |       |      |           |       |       | 31.864,89       |          |
|                         | Suma y sigue.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |            |       |      |           |       |       | 112.381,46      |          |

|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

| CAPÍTULO: AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN [8] |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |                                              |       |                                              |                                                    |       |       |                 | Pág.: 11 |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|-------|-----------------|----------|
| Clave                                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cant.                         | Mediciones                                   |       |                                              | Resultado                                          |       | Ud    | Precio Unitario | Importe  |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               | Largo                                        | Ancho | Alto                                         | Parcial                                            | Total |       |                 |          |
| 08001                                          | (E10ATF70) Canalón de chapa lacada de 0,7 mm de espesor y desarrollo 1000 mm, incluso embocaduras para bajantes, soporte de acero, totalmente montado y acabado.<br>-CUBIERTA NAVE<br>-CUBIERTA OFICINA                                                                                                                                                             | 2<br>1                        | 40,25<br>8,00                                |       |                                              | 80,50<br>8,00                                      |       |       |                 |          |
|                                                | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                                              |       |                                              | 88,50                                              | m2    | 97,42 | 8.621,67        |          |
| 08002                                          | (E10ATS050) Aislamiento térmico en suelos, mediante placas rígidas de poliestireno extruido tipo IV, Styrodur 3035-CS de 40 mm. de espesor y p.p. de corte y colocación.<br>-OFICINA                                                                                                                                                                                | 1                             | 8,00                                         | 6,25  |                                              | 50,00                                              |       |       |                 |          |
|                                                | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                                              |       |                                              | 50,00                                              | m2    | 12,46 | 623,00          |          |
| 08003                                          | (E10ATV420) Aislamiento con placas de poliestireno expandido de 60 mm. de espesor y 20 kg/m3. de densidad, autoextinguible M1, tipo IV-AE de 20 kg/m3 en cámaras de aire, i/p.p. de elementos de fijación, corte y colocación, deduciendo huecos superiores a 1 m2.<br>-OFICINA<br>-OFICINA<br>-OFICINA<br>-DEDUCIR PUERTA<br>-DEDUCIR VENTANAS<br>-DEDUCIR VENTANA | 1<br>1<br>1<br>-1<br>-2<br>-1 | 8,00<br>8,00<br>6,25<br>1,00<br>1,00<br>4,00 |       | 4,48<br>3,44<br>3,96<br>2,17<br>0,50<br>1,00 | 35,84<br>27,52<br>24,75<br>-2,16<br>-0,99<br>-3,99 |       |       |                 |          |
|                                                | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                                              |       |                                              | 81,00                                              | m2    | 6,40  | 518,40          |          |
| 08004                                          | (E10INP100) Impermeabilización de suelos constituida por: lámina sintética de PVC de 1,2 mm. no intemperie, armada con fibra de vidrio (R/V), de color gris/negro, Danopol V, para proteger con protección pesada.<br>-OFICINA                                                                                                                                      | 1                             | 8,00                                         |       | 6,25                                         | 50,00                                              |       |       |                 |          |
|                                                | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                                              |       |                                              | 50,00                                              | m2    | 10,38 | 519,00          |          |
|                                                | Total capítulo.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                               |                                              |       |                                              |                                                    |       |       | 10.282,07       |          |
|                                                | Suma y sigue.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               |                                              |       |                                              |                                                    |       |       | 122.663,53      |          |



|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

CAPÍTULO: **CARPINTERÍA DE MADERA [10]** Pág.: 13

| Clave | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Cant. | Mediciones |       |      | Resultado |       | Ud     | Precio Unitario | Importe    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------|------|-----------|-------|--------|-----------------|------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       | Largo      | Ancho | Alto | Parcial   | Total |        |                 |            |
| 10001 | (E13EPP020) Puerta de paso ciega normalizada, serie media, con tablero normal (CTN) de pino melix lacado en blanco, incluso precerco de pino 70x35 mm., galce o cerco visto de DM rechapado de pino melix 70x30 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de pino melix 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar, de cierre y manivelas de latón, montada, incluso p.p. de medios auxiliares.<br>-OFICINA | 2     |            |       |      | 2,00      |       |        |                 |            |
|       | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |            |       |      | 2,00      | ud    | 200,62 |                 | 401,24     |
|       | Total capítulo.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |       |      |           |       |        |                 | 401,24     |
|       | Suma y sigue.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |            |       |      |           |       |        |                 | 124.722,89 |











|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

CAPÍTULO: **INSTALACIÓN DE FONTANERÍA [15]** Pág.: 19

| Clave | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cant. | Mediciones |       |      | Resultado |       | Ud     | Precio Unitario | Importe |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------|------|-----------|-------|--------|-----------------|---------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       | Largo      | Ancho | Alto | Parcial   | Total |        |                 |         |
| 15001 | (E20AF020) Acometida a la red general municipal de agua potable, hasta una longitud máxima de 6 metros, realizada con tubo de fundición de presión de 80 mm. de diámetro nominal, con válvula de compuerta de fundición con platina, p.p. de piezas especiales de fundición, terminada, funcionando y sin incluir la rotura del pavimento.<br>-NAVE | 1     |            |       |      | 1,00      |       |        |                 |         |
|       | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |            |       |      | 1,00      | ud    | 320,54 | 320,54          |         |
| 15002 | (E20TC020) Tubería de cobre recocido, de 13/15 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC.<br>-OFICINAS Y BAÑO          | 1     | 66,00      |       |      | 66,00     |       |        |                 |         |
|       | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |            |       |      | 66,00     | m.    | 4,34   | 286,44          |         |
| 15003 | (E20WJP041) Bajante de PVC de pluviales, de 160 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica (EN12200), colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando.<br>-NAVE                                                                                                              | 4     |            |       | 6,60 | 26,40     |       |        |                 |         |
|       | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |            |       |      | 26,40     | m.    | 15,79  | 416,86          |         |
|       | Total capítulo.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |            |       |      |           |       |        | 1.023,84        |         |
|       | Suma y sigue.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |            |       |      |           |       |        | 142.860,13      |         |







|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

| CAPÍTULO: SEGURIDAD [19] |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |            |       |      |           |       |        |                 | Pág.: 23 |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------|------|-----------|-------|--------|-----------------|----------|
| Clave                    | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Cant. | Mediciones |       |      | Resultado |       | Ud     | Precio Unitario | Importe  |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       | Largo      | Ancho | Alto | Parcial   | Total |        |                 |          |
| 19001                    | (E28RSI020) Equipo completo para trabajos compuesto por equipo de protección individual.<br>-OBRA                                                                                                                                                                                                            | 4     |            |       |      | 4,00      |       |        |                 |          |
|                          | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |            |       |      | 4,00      | ud    | 37,33  | 149,32          |          |
| 19002                    | (E28RSI030) Equipo completo para la señalización de los trabajos de la obra, cumpliendo toda la normativa de Seguridad y Salud.<br>-                                                                                                                                                                         | 3     |            |       |      | 3,00      |       |        |                 |          |
|                          | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |            |       |      | 3,00      | ud    | 37,60  | 112,80          |          |
| 19003                    | (E28W020) Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.<br>-OBRA | 2     |            |       |      | 2,00      |       |        |                 |          |
|                          | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |            |       |      | 2,00      | ud    | 118,06 | 236,12          |          |
| 19004                    | (E28W050) Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.<br>-OBRA                                                                                                                                                            | 2     |            |       |      | 2,00      |       |        |                 |          |
|                          | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |            |       |      | 2,00      | ud    | 61,84  | 123,68          |          |
|                          | Total capítulo.....                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |       |      |           |       |        | 621,92          |          |
|                          | Suma y sigue.....                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |            |       |      |           |       |        | 184.339,34      |          |



|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO  | INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN |
| SITUACIÓN | NARROS                                                                           |

## Listado de mediciones y presupuesto

| CAPÍTULO: EQUIPAMIENTO [21] |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |            |       |      |           |       | Pág.: 25 |                 |                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------|------|-----------|-------|----------|-----------------|-------------------|
| Clave                       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cant. | Mediciones |       |      | Resultado |       | Ud       | Precio Unitario | Importe           |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       | Largo      | Ancho | Alto | Parcial   | Total |          |                 |                   |
| 21001                       | (E30CH051) Instalación de Maquinaria con su equipamiento, en el Proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |            |       |      |           |       |          |                 |                   |
|                             | -SILO DE BIOMASA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1     | 850,00     |       |      | 850,00    |       |          |                 |                   |
|                             | -SECADERO DE BIOMASA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1     | 16.520,00  |       |      | 16.520,00 |       |          |                 |                   |
|                             | -CALDERA DE BIOMASA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1     | 23.890,00  |       |      | 23.890,00 |       |          |                 |                   |
|                             | -BOMBAS HIDRAULICAS 1 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3     | 125,00     |       |      | 375,00    |       |          |                 |                   |
|                             | -BOMBA HIDRAULICA 35 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1     | 450,00     |       |      | 450,00    |       |          |                 |                   |
|                             | -BOMBA HIDRAULICA 41 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1     | 520,00     |       |      | 520,00    |       |          |                 |                   |
|                             | -BOMBA HIDRAULICA 48 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1     | 725,00     |       |      | 725,00    |       |          |                 |                   |
|                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |            |       |      | 43.330,00 | ud    | 1,03     |                 | 44.629,90         |
| 21002                       | (E30VM815) Partida para la gestión de residuos de naturaleza no peligrosos generados en obras de nueva construcción, con tratamiento en Planta de Gestión autorizada en base a la tarifa de: Tierras: 3,00€/Tn Hormigones limpios: 8,00 €/Tn Inertes o mezclas de inertes (cerámicos, ladrillos..) 10,00€/Tn Yesos : 25,00€/Tn Mezclas RCDs No peligrosos (plásticos, maderas, cartón...) 18,00€/tn Maderas: 22,00€/tn Maderas verdes, podas.: 60,00€/tn Cartón: 3,00€/Tn Plásticos rígidos: 65,00€/tn Plásticos no rígidos: 55,0€/tn Mezcla asimilable a industria no peligroso de baja densidad con alto grado de valorización (alto contenido en plástico, cartones, madera,...) 60,00€/tn Mezcla asimilable a industria no peligrosa con bajo grado de valorización : 95,00€/tn |       |            |       |      |           |       |          |                 |                   |
|                             | -DETALLE EN ANEJO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1     | 404,52     |       |      | 404,52    |       |          |                 |                   |
|                             | Total partida.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |            |       |      | 404,52    | ud    | 1,05     |                 | 424,75            |
|                             | Total capítulo.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |            |       |      |           |       |          |                 | 45.054,65         |
|                             | <b>Total presupuesto</b> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |            |       |      |           |       |          |                 | <b>229.818,30</b> |

| CAPI.              | TITULO                                   | IMPORTE    |
|--------------------|------------------------------------------|------------|
| <b>EDIFICACIÓN</b> |                                          |            |
| 01                 | ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.....       | 4.371,93   |
| 02                 | RED DE SANEAMIENTO.....                  | 3.776,74   |
| 03                 | CIMENTACIONES.....                       | 46.215,17  |
| 04                 | ESTRUCTURAS.....                         | 19.139,23  |
| 05                 | CERRAMIENTOS Y DIVISIONES.....           | 2.493,38   |
| 06                 | REVESTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS.....      | 4.515,31   |
| 07                 | CUBIERTAS.....                           | 31.864,11  |
| 08                 | AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN.....    | 10.281,91  |
| 09                 | PAVIMENTOS.....                          | 1.658,12   |
| 10                 | CARPINTERÍA DE MADERA.....               | 401,24     |
| 11                 | CARPINTERÍA DE ALUMINIO Y PVC.....       | 2.236,74   |
| 12                 | CERRAJERÍA.....                          | 8.235,00   |
| 13                 | INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DOMÓTICA..... | 2.228,96   |
| 14                 | ILUMINACIÓN.....                         | 4.412,70   |
| 15                 | INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....           | 1.023,84   |
| 16                 | APARATOS SANITARIOS.....                 | 474,74     |
| 17                 | INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S.....  | 40.072,00  |
| 18                 | INSTALACIONES DE PROTECCIÓN.....         | 310,55     |
| 19                 | SEGURIDAD.....                           | 621,92     |
| 20                 | CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....        | 424,31     |
| 21                 | EQUIPAMIENTO.....                        | 45.054,65  |
|                    | TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....:           | 229.812,55 |
|                    | SUMA.....:                               | 229.812,55 |
|                    | I.V.A. ....: 21 %                        | 48.260,64  |
|                    | TOTAL PRESUPUESTO DE CONTRATA:           | 278.073,19 |

Son: DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SETENTA Y TRES euros Y DIECINUEVE cént.

Asciende el Presupuesto de Contrata de las obras INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN CON BIOMASA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO HORTÍCOLA CON APROVECHAMIENTO DE CO2. PARCELA 323 DEL POLÍGONO 2 EN NARROS (SORIA) en la localidad de NARROS a la figurada cantidad de (I.V.A. incluido): DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SETENTA Y TRES euros Y DIECINUEVE cént., s.e.ú.o

Soria, a 21 de JUNIO de 2022  
El alumno

Fdo.: ALONSO SANZ TEJEDOR