



Universidad de Valladolid

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

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA
LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE DURUELO DE LA
SIERRA**

~~~~~

**AUTOR: ALEJANDRO MARTÍN FRANCISCO**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRICOLA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: MIGUEL BROTO Y LUIS MIGUEL BONILLA**

**SORIA, 23 DE JUNIO DE 2023**



# **AUTORIZACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO**

D. Miguel Victorian Broto Cartagena, profesor del departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, como Tutor del TFG titulado "Instalación de Red de Calor por Biomasa para los Edificios Públicos del Municipio de Duruelo de la Sierra" presentado por el alumno D. Alejandro Martín Francisco, 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, 22 de junio de 2023

Fdo: Miguel Broto Cartagena

D. Luis Miguel Bonilla Morte, profesor del Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, como Cotutor del TFG titulado "Instalación de Red de Calor por Biomasa para los Edificios Públicos del Municipio de Duruelo de la Sierra" presentado por el alumno D. Alejandro Martín Francisco, 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, 22 de junio de 2023

Fdo: Luis Miguel Bonilla Morte





# RESUMEN DEL TRABAJO

TÍTULO: Instalación de red de calor por biomasa para los edificios públicos del municipio de Duruelo de la Sierra.

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 planta de biomasa con el fin de cubrir la demanda energética de los edificios públicos anexionados a la red de calor que se localizará en el municipio de Duruelo de la Sierra, sustituyendo la actual energía empleada por una energía limpia y renovable.

Dicha central de biomasa tiene instalada una caldera de biomasa de 2 MW de potencia, y se encuentra en la CL Oporto 5 y 11. La cual, gracias a una red de tuberías, en forma de anillo, conectadas a todos los edificios de la red de calor aportará el calor necesario para cubrir las necesidades de ACS y de calefacción de estas instalaciones. Durante julio y agosto la central se destinará únicamente al secado de la astilla para aumentar su valor y por lo tanto su precio de comercialización, todo ello gestionado por la empresa Maderas Hermanos De Miguel SL, empresa suministradora de astilla de la planta.

Se construirá una nave dividida en 3 partes donde se encuentran la caldera, el secadero de biomasa y el almacén También se instalará un edificio prefabricado para las oficinas situada entre la parcela 5 y la parcela 11 de la CL Oporto, ambas propiedades del ayuntamiento.



## **DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

### **DOCUMENTO Nº1. MEMORIA**

- ANEJO 1. FICHA URBANÍSTICA
- ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS
- ANEJO 3. CONDICIONANTES
- ANEJO 4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL
- ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA
- ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- ANEJO 7. INGENIERÍA DEL PROCESO
- ANEJO 8. INGENIERÍA DE LAS OBRAS
- ANEJO 9. ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO 10. ESTUDIO DE MERCADO
- ANEJO 11. ESTUDIO ECONÓMICO
- ANEJO 12. ESTUDIO AMBIENTAL
- ANEJO 13. GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### **DOCUMENTO Nº2. PLANOS**

- PLANO 1. SITUACIÓN
- PLANO 2. EMPLAZAMIENTO DE LA PARCELA
- PLANO 3. EMPLAZAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES
- PLANO 4. PLANTA DE CIMENTACIÓN DE LA NAVE
- PLANO 5. PLANTA DE PILARES
- PLANO 6. PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
- PLANO 7. PLANTA DE CUBIERTA
- PLANO 8. SECCIÓN DE LA NAVE
- PLANO 9. ALZADOS
- PLANO 10. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO
- PLANO 11. INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
- PLANO 12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- PLANO N. 13: INSTALACIÓN DE LA RED DE CALOR

### **DOCUMENTO 3. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **DOCUMENTO 4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**



# **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1. AGENTES.....                                           | 3  |
| 2. OBJETO .....                                           | 3  |
| 3. ANTECEDENTES .....                                     | 3  |
| 4. EMPLAZAMIENTO .....                                    | 4  |
| 5. BASES DEL PROYECTO .....                               | 6  |
| 5.1. CONDICIONANTES.....                                  | 6  |
| 5.1.1...CONDICIONANTES DEL PROMOTOR .....                 | 6  |
| 5.1.2...CONDICIONANTES LEGALES.....                       | 7  |
| 5.1.3...CONDICIONANTES DEL MEDIO .....                    | 7  |
| 5.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....                         | 8  |
| 5.3. SITUACIÓN ACTUAL .....                               | 8  |
| 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.....              | 9  |
| 7. INGENIERÍA DEL PROCESO.....                            | 10 |
| 7.1. FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....             | 10 |
| 7.2. DISEÑO DE LAS OPERACIONES.....                       | 12 |
| 8. INGENIERÍA DE LA OBRA .....                            | 12 |
| 8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA .....                 | 12 |
| 8.1.1...DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LAS OPERACIONES ..... | 13 |
| 8.1.2...CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS .....               | 13 |
| 9. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO.....                     | 14 |
| 10. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS .....                       | 15 |
| 11. ESTUDIO AMBIENTAL.....                                | 16 |
| 12. ESTUDIO ECONÓMICO.....                                | 16 |
| 13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....                         | 17 |

## **1. AGENTES**

El promotor del proyecto será el ayuntamiento del municipio de Duruelo de la Sierra (Soria).

El proyectista es el alumno del Grado en Ingeniería Agraria y Energética, D. Alejandro Martín Francisco.

## **2. OBJETO**

El objeto del presente documento es definir, desarrollar los cálculos y diseñar, sin entrar en detalle, de las instalaciones necesarias para abastecer los edificios municipales de Duruelo de la Sierra mediante una red de calor por biomasa.

Además de definir y seleccionar el equipamiento industrial con todos elementos necesarios, y analizar las diferentes tecnologías, tipos de biomasa e infraestructuras disponibles para la mayor viabilidad en la combustión de biomasa.

Se nos encarga este proyecto con el fin de suprimir el consumo de gasóleo empleado en las salas de calderas de las distintas instalaciones municipales, debido al precio cada vez mayor de los combustibles tradicionales, y satisfacer la demanda energética mediante el empleo de biomasa forestal, consiguiendo así un menor impacto sobre el medio ambiente.

Logrando la creación de puestos de trabajo y la fijación de población en una zona rural.

Solucionando de esta forma dos de los mayores problemas en la actualidad, la energía, es decir la capacidad de una producción de energía de forma sostenible y la despoblación de las zonas rurales.

## **3. ANTECEDENTES**

Anteriormente a la redacción de este proyecto el municipio de Duruelo de la Sierra no dispone de una red de calor por biomasa para sus edificios públicos, ni de una caldera de biomasa.

En el Anejo 4 “Descripción de la situación actual”, se detallan las actuales características de las instalaciones anexionadas al proyecto.

El ayuntamiento de Duruelo de la Sierra quiere lograr cubrir las necesidades energéticas de sus edificios públicos mediante una energía renovable, de una forma más actual y respetuosa con el medio ambiente. Además de disponer de un contrato con la empresa suministradora de astilla, ya que en los meses en los que la red de calor no tiene demanda, la central es usada por esa empresa para secar biomasa y venderla.

El contrato incluye el uso de las instalaciones por parte del suministrador de astilla, de forma gratuita a cambio de una reducción del 50 % en el precio de compra de la astilla.

## 4. EMPLAZAMIENTO

El lugar donde se va a localizar nuestra planta de biomasa será en el emplazamiento conocido en el municipio como Polígono Santa Ana.

Las parcelas sobre las que se ejecutará el proyecto se encuentran en la Calle Oporto del municipio de Duruelo de la Sierra y presentan las siguientes características:

|                  | Parcela 11           | Parcela 5       |
|------------------|----------------------|-----------------|
| Municipio        | Duruelo de la Sierra |                 |
| Superficie (m2)  | 2921                 | 6115            |
| Latitud          | 41° 56' 58.31" N     | 41° 57' 1.03" N |
| Longitud         | 2° 55' 34.96" W      | 2° 55' 32.47" W |
| Altitud (m)      | 1205                 | 1205            |
| Huso UTM         | 30                   | 30              |
| Superficie TOTAL | 9036                 |                 |

La superficie total de ambas parcelas es de 9036 m<sup>2</sup> superficie suficiente para albergar la caldera de biomasa, el almacén, el secadero y el edificio taller – oficina. Está situada a mano izquierda según entras a Duruelo de la Sierra viniendo de Soria, disponiendo de una calle asfaltada y en perfecto estado hasta la misma entrada a nuestra parcela.



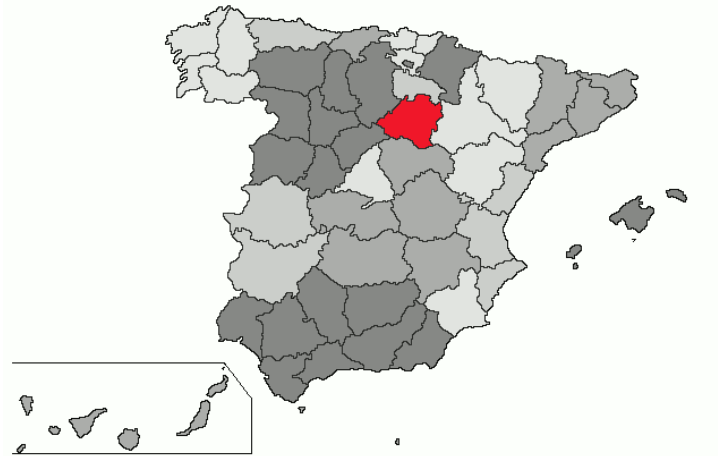


Figura 1: Situación de Soria en el mapa nacional.  
Fuente: Wikipedia

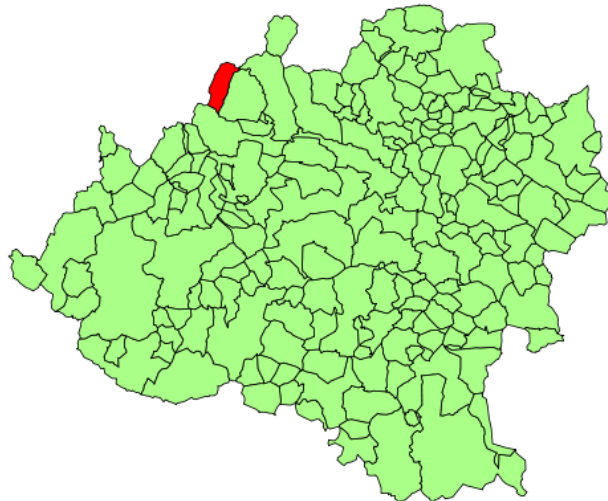


Figura 2: localización de Duruelo de la Sierra dentro de la provincia de Soria.  
Fuente: Wikipedia



Figura 3: emplazamiento de la parcela en el municipio.  
Fuente: Catastro

## 5. BASES DEL PROYECTO

### 5.1 CONDICIONANTES

#### 5.1.1 CONDICIONANTES DEL PROMOTOR

La finalidad perseguida por el promotor es la reducción de costes en el consumo energético de los edificios públicos mediante la utilización de una energía renovable.

Las directrices impuestas por el promotor son las siguientes:

- Que la energía empleada en el proyecto sea renovable, limpia, sostenible y barata.
- Que la materia prima empleada sea de origen local.
- Que no suponga un excesivo impacto ambiental.
- Que ayude a mantener la demografía de la zona.

El ayuntamiento de Duruelo de la Sierra nos indica, además, que debemos realizar un sobredimensionamiento de la potencia de la caldera a 2 MW para posibles futuras anexion a la red.

### 5.1.2 CONDICIONANTES LEGALES

Para el diseño de la planta de biomasa y de la red de calor se ha seguido la normativa vigente verificando en cada apartado 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 31/1195, 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.
- 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.

### 5.1.3 CONDICIONANTES DEL MEDIO

Los condicionantes del medio que presenta el proyecto son el clima, la materia prima y la mano de obra, los cuales han sido estudiados en el Anejo 3 “Condicionantes”.

Dentro del clima se encuentran la temperatura, las precipitaciones, los vientos y los días soleados. Y la mano de obra y la materia prima son indispensables para la viabilidad del proyecto y el correcto funcionamiento del mismo.

## 5.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Con la elaboración del presente proyecto se pretende alcanzar una serie de objetivos, que cumplan principalmente los condicionantes y directrices impuestos por el promotor:

- Con la construcción de la planta de biomasa para calentar el agua de la red de calor, se consigue sustituir el uso de los combustibles fósiles por una energía limpia y respetuosa con el medio ambiente, la biomasa.
- Esta biomasa, será astilla de pino y de chopo, en su mayoría recolectada tanto en el propio municipio como en los alrededores. Fomentando de esta manera la creación de empleo en el medio rural.
- Con el estudio del impacto ambiental realizado en el presente proyecto, se consigue el objetivo de reducir lo máximo posible el impacto ambiental que tendrá la planta de biomasa.

## 5.3 SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente los edificios que formarán parte de la red de calor por biomasa disponen de calderas de gasóleo antiguas.

La parcela en la que estará ubicada la planta pertenece al ayuntamiento y no hay ninguna edificación construida sobre ella.

Con el proyecto se pretende sustituir la demanda energética de los edificios, actualmente cubierta por gasóleo, por un combustible renovable, la biomasa.

La situación actual sobre la que se desarrollará el presente proyecto se explica en el Anejo 4 "Descripción de la situación actual".

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

Las alternativas contempladas en el proyecto son:

- La finca en la que se ejecutará el proyecto, eligiendo la que presente unas mejores condiciones en cuanto a facilidad de acceso, impacto visual, distancia al municipio y tamaño de la parcela.
- La forma de conversión de la biomasa en energía, buscando la alternativa más económica y que mejor se adapte a nuestro proyecto.
- El sistema de depuración de las emisiones atmosféricas, buscando la mejor alternativa para conseguir reducir al máximo el efecto contaminante sobre el medio ambiente.
- El sistema de bombeo, para distribuir el agua de la forma más eficiente a los distintos puntos de la red de calor.
- El tipo de almacenaje de la biomasa, para mantener las cualidades óptimas de la materia prima empleada, atendiendo al precio y a las distintas características que aporta cada alternativa.
- El tipo de biomasa empleada para la generación de una energía renovable de la forma más viable.
- El tipo de secadero de biomasa, para mejorar las características de la astilla a combustionar.

De acuerdo a los criterios especificados en el Anejo 2 “Elección de alternativas” y de acuerdo a lo allí expuesto, las soluciones que hemos adoptado son las siguientes:

- Elección del emplazamiento de la central: Parcela 11 y Parcela 5 de la Calle Oporto.
- Forma de conversión de la biomasa: combustión de biomasa.
- Sistema de depuración de las emisiones atmosféricas: filtro de mangas y multiciclones.
- Sistema de bombeo de la red de calor: bombeo solar.
- Tipo de almacenaje de la biomasa: almacén de obra tipo suelo móvil.
- Tipo de biomasa a combustionar en la caldera: astilla de madera.

- Tipo de secadero de biomasa: secadero de lecho rotativo.

Todo el estudio de las distintas alternativas, así como la alternativa elegida en cada apartado, se encuentra reflejado en el Anejo 2 “Elección de alternativas”.

## **7. INGENIERÍA DEL PROCESO**

En el presente proyecto se quemará astilla de madera en una caldera de biomasa con el objetivo de calentar el agua de la red de calor, para cubrir la demanda de ACS y calefacción de los edificios públicos de una manera renovable y sostenible. Reduciendo notablemente los costes del ayuntamiento en el apartado energético.

La astilla llega a la planta mediante camiones basculantes, una vez es descargada en el patio exterior, se carga por los operarios para depositarse sobre el silo que alimenta el secadero. Se somete al proceso de secado para reducir su contenido en humedad y mejorar así sus propiedades.

Desde el secadero cae al almacén interior de suelo móvil donde va siendo poco a poco empujada hacia el tornillo sinfín que alimenta la caldera. Ya en la caldera se somete a combustión para generar el calor necesario para calentar el agua que recorrerá la red de calor.

En los meses en los que la demanda de ACS y de calefacción sea prácticamente nula (meses de verano) el calor generado se destinará íntegramente al secadero para conseguir de esta forma una biomasa con menos % de humedad, aumentando considerablemente su valor.

Lo que implicará, gracias al contrato entre el promotor y la empresa de astilla, una reducción del coste de la materia prima destinada para nuestra planta.

Todo el proceso productivo queda detallado en el Anejo número 7 “Ingeniería del proceso”.

### **7.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES**

Todos los elementos que componen el presente proyecto giran en torno y se guían en función de la demanda energética de los edificios anexionados a la red de calor. A excepción de los meses de julio y agosto, en los cuales toda potencia generada por la caldera irá destinada al secado de biomasa para su posterior comercialización por una empresa de la localidad.

En lo que a la red de calor se refiere, el proceso en la planta comienza con la entrada mensual de biomasa a la planta en camiones basculantes de 30 toneladas. Esta biomasa se deposita en la zona de almacenaje exterior, desde aquí es transportada por los operarios, con ayuda de una retroexcavadora, al silo de biomasa, situado junto al secadero.

La astilla va cayendo por el silo hasta el tornillo sinfín encargado de transportarla hasta el secadero. En el secadero la astilla es traspasada por un flujo de aire caliente que se encarga de eliminar gran parte de su humedad. Este secadero solo tiene que ser encendido durante 1 hora diaria, ya que, con la energía residual que no es destinada a calentar el agua de la red de calor es suficiente para secar la biomasa consumida diariamente.

Una vez tenemos la astilla seca, la astilla caerá en el almacén interior. Desde aquí gracias al suelo móvil del que dispone, la astilla es transportada hasta el tornillo sinfín que suministra la astilla a la caldera para su combustión. La caldera consumirá diariamente 548 kg de astillas diario durante los meses de demanda de la red de calor, y 13,15 toneladas de astilla al día cuando su uso es integro para el secado.

Los mismos camiones que traen la astilla durante el funcionamiento exclusivo del secadero, son los encargados de llevarse la astilla seca de la planta.

La planta dispone de dos circuitos hidráulicos principales:

- El primero de ellos conecta la caldera con el secadero, para con este calor conseguir el % de humedad óptimo para nuestra astilla.
- El segundo circuito, es el entramado de tuberías en forma de anillo que conforman la red de calor, encargadas de transportar el agua caliente a las distintas subestaciones.

Gracias a este circuito de tuberías el agua discurre por las distintas subestaciones de los edificios anexionados a la red, donde se recibe la energía térmica proveniente de la central y se transfiere a los distintos edificios a la temperatura deseada. Una vez pasa por un edificio vuelve a la red para repetir el mismo proceso en el resto de edificios. Formando las tuberías un anillo para llevar de nuevo esta agua fría, tras pasar por todos los edificios, a la central para volver a ser calentada.

Las cenizas generadas tras la combustión de la astilla se comercializan para su destino como abono por los agricultores, debido a su composición de nutrientes y micronutrientes. Todo ello queda reflejado en el Anejo 13 "Gestión de Residuos".

## 7.2 DISEÑO DE LAS OPERACIONES

Debido al sobredimensionamiento de la caldera, durante los meses de funcionamiento de esta para la red de calor, solo será necesario su encendido durante 1 hora diaria.

La demanda máxima diaria de todos los edificios anexionados a la red es de 640 kW, por lo que con el funcionamiento de la caldera de 2 MW de potencia durante una hora al día, se cubre toda la demanda de la red de calor. Ya que disponemos de un depósito de inercia de 20000 L en el cual se almacena la energía generada por la caldera gracias al agua.

Mientras que, en los meses de verano, cuando el único uso de la planta es el secado de la biomasa, los 2 MW de potencia de la caldera son destinados íntegramente al proceso de secado.

En el Anejo 7 “Ingeniería del proceso” se ha calculado que el consumo de astilla de la caldera para poder funcionar las 24 horas del día es de 13,15 toneladas. Sabiendo que el secadero puede secar al día 48 toneladas de astilla, obtenemos que al día se destinarán casi 35 toneladas de astilla seca para su venta.

Para hacer posible el funcionamiento tanto de la red de calor como del secadero, serán necesarios una serie de trabajadores a turnos para comprobar en todo momento el funcionamiento correcto de la planta, así como la carga y descarga de la astilla.

Todo ello queda reflejado en el Anejo 7 “Ingeniería del Proceso”.

## 8. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Todas las obras que se realizarán en este proyecto se recogen en el Anejo número 8, 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 y un patio exterior con un camino de salida.

### 8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

La superficie total ocupada por las obras que se realizarán el proyecto es de 2400 m<sup>2</sup>, divididos de la siguiente manera:

- Nave: 400 m<sup>2</sup> (40 x 10 m).
- Patio exterior: 2000 m<sup>2</sup>.



### 8.1.1 DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LAS OPERACIONES

- Las características de la nave son las siguientes:

- Estructura: De acero, con 9 pórticos, a una distancia de 5 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 40%.
- Cerramientos: 2 metros de hormigón y el resto (6 m) panel sándwich.
- Solera: 20 cm de hormigón armado.
- Contará con tres puertas grandes automáticas para la entrada de los camiones y de la maquinaria para la carga y la descarga de la biomasa.

- El patio exterior a la nave será una solera de 20 cm de hormigón armado, con un vallado exterior y una puerta metálica corredera automática junto a una barrera.

### 8.1.2 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):
  - Tipo Z1: 270 x 260 x 70 cm.
  - Tipo Z2: 220 x 220 x 70 cm.
  - Tipo Z3: 185 x 185 x 50 cm.
  - Tipo Z4: 180 x 180 x 70 cm.
  - Tipo Z5: 200 x 200 x 70 cm.
  - Tipo Z6: 240 x 240 x 75 cm.
  - Tipo Z7: 190 x 190 x 65 cm.
  
- Cimentación (riostra):
  - Riostra tipo 1: 40 x 40 cm.
  
- Armado: barras de acero corrugado.
  
- Solera de la nave y del patio exterior: 20 cm de hormigón armado.
  
- Cerramientos:
  - Nave: 2 metros de hormigón armado y 6 metros de panel tipo sándwich.

- Estructura:
  - Nave: acero de diferentes secciones IPE. 9 pórticos unidos mediante correas de atado. Unida a la cimentación por placas de anclaje de unión simple.
  
- 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 40%.
  
- Iluminación:

El interior de la nave contará con 22 luminarias LED de 47 W de potencia 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.

## 9. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

La inversión del proyecto, será en el año 0, antes de comenzar las obras y cerca del año 1, la central comenzará a funcionar a pleno rendimiento, teniendo una vida útil aproximada de unos 40 años.

## 10. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

Las operaciones necesarias para la ejecución final del proyecto son detalladas en el Anejo número 8 “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 semanas |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                           | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| Permisos y licencias      | █                 | █ | █ | █ | █ | █ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Replanteo                 |                   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Mov. Tierras              |                   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Excavaciones              |                   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Cimentación               |                   |   |   |   |   |   |   |   |   | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Solera                    |                   |   |   |   |   |   |   |   |   | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Estructura                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Fontanería                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |
| Instalación eléctrica     |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |
| Instalación de la caldera |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |
| Instalación del secadero  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |
| Suelo móvil del almacén   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | █  |    |    |    |    |
| Cubierta                  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | █  |    |    |    |
| Alicatados                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | █  |    |    |
| Tuberías agua caliente    |                   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  |
| Puesta en marcha          |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | █  |

Fuente: elaboración propia

## **11. ESTUDIO AMBIENTAL**

Se dice que va a existir impacto ambiental cuando se realiza una modificación de gran tamaño, positiva o negativa, en el entorno donde se va a emplazar un proyecto.

En el Anejo 12” Evaluación de Impacto 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, se dice que al combustionar la biomasa es un ciclo de CO2 neutro, ya que el CO2 producido al quemar la biomasa, es el CO2 que han ido acumulando esos árboles durante su ciclo de vida.

## **12. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Como se ha calculado en el Anejo 11 “Evaluación económica” con la creación de la red de calor se obtiene un ahorro anual de 57.667,3 €, respecto al uso de las antiguas instalaciones de combustibles fósiles.

## 12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

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

| Código                                    | Cápítulo                                  | Total €           |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|
| C-01                                      | ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO. ....       | 8.037,11          |
| C-02                                      | RED DE SANEAMIENTO. ....                  | 14.352,10         |
| C-03                                      | CIMENTACIONES. ....                       | 82.858,63         |
| C-04                                      | ESTRUCTURA. ....                          | 15.637,48         |
| C-05                                      | CERRAMIENTOS. ....                        | 3.805,30          |
| C-06                                      | REVISTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS. ....      | 694,00            |
| C-07                                      | CUBIERTAS. ....                           | 22.446,32         |
| C-08                                      | AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN. ....    | 2.182,40          |
| C-09                                      | CERRAJERÍA. ....                          | 32.214,24         |
| C-10                                      | INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DOMÓTICA. .... | 4.890,29          |
| C-11                                      | ILUMINACIÓN. ....                         | 2.203,84          |
| C-12                                      | FONTANERÍA. ....                          | 798,68            |
| C-13                                      | INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. ....  | 23.889,33         |
| C-14                                      | INSTALACIONES DE PROTECCIÓN. ....         | 392,31            |
| C-15                                      | SEGURIDAD. ....                           | 505,92            |
| C-16                                      | CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS. ....        | 810,61            |
| C-17                                      | EQUIPAMIENTO. ....                        | 47.360,19         |
| <b>PRE SUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b> |                                           | <b>263.078,75</b> |
|                                           | 15 % Gastos Generales                     | 39.461,81         |
|                                           | 6 % Beneficio Industrial                  | 15.784,73         |
|                                           | Suma. ....                                | 318.325,29        |
|                                           | 21 % IVA de Contrata                      | 66.848,31         |
| <b>PRE SUPUESTO DE CONTRATA</b>           |                                           | <b>385.173,60</b> |

El presupuesto de ejecución por contrata con IVA asciende a la cantidad de **TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL CIENTO SETENTA Y TRES EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS.**

Soria, 21 de junio de 2023

Fdo: Alejandro Martín Francisco

Alumno



# ANEJO 1. FICHA URBANÍSTICA

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. CLASIFICACIÓN DEL TERRENO .....    | 2 |
| 2. NORMATIVA MUNICIPAL .....          | 3 |
| 2.1 CONDICIONES DE EDIFICACIÓN .....  | 3 |
| 3. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA ..... | 5 |
| 4. LEGISLACIÓN APLICABLE.....         | 5 |

## 1. CLASIFICACIÓN DEL TERRENO

La parcela en la que se va a construir la central de biomasa se encuentra en la Calle Oporto número 5, en el termino municipal de Duruelo de la Sierra, siendo esta parcela propiedad del Ayuntamiento de Duruelo de la Sierra, promotor del proyecto. La parcela está clasificada como suelo urbano (industrial urbano) y tiene una superficie de 6115 m<sup>2</sup>.

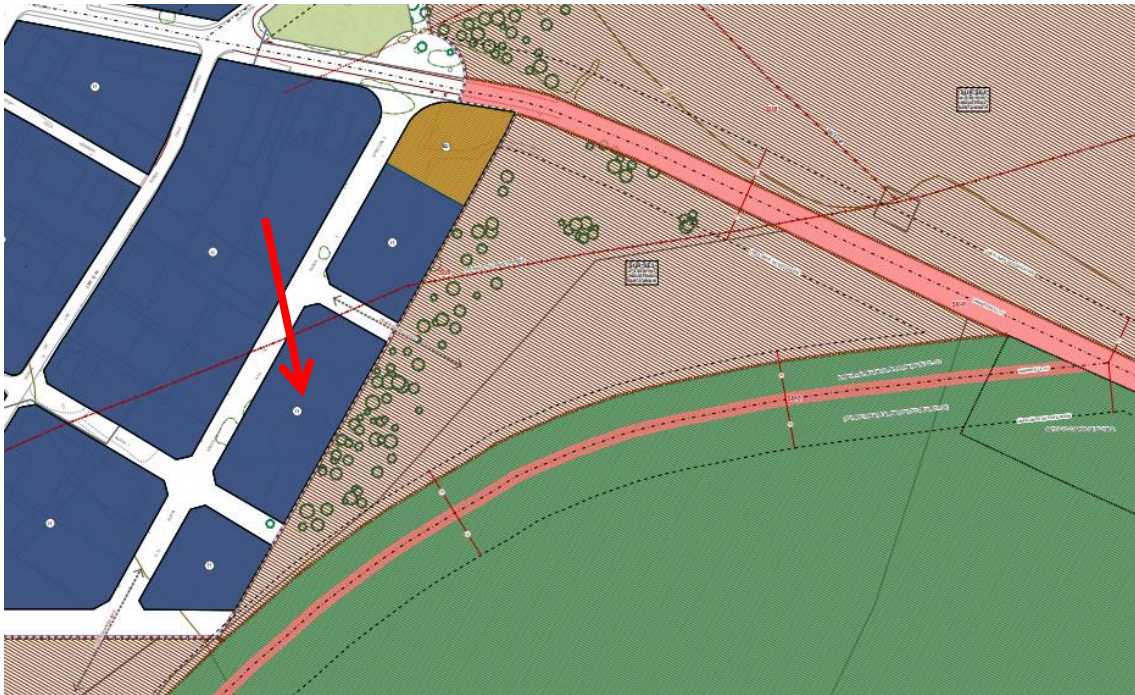


Imagen 1: Clasificación del terreno.  
Fuente: Ayuntamiento de Duruelo de la Sierra



## 2. NORMATIVA MUNICIPAL

El municipio de Duruelo de la Sierra dispone de planeamiento urbanístico específico. Según las condiciones particulares en suelo urbano *en la Ordenanza I1 Industrial, Artículo 149 (Descripción y Ámbito de aplicación):*

1. La ordenanza I 1 es de aplicación en las parcelas de suelo urbano que aparecen grafiadas con el código "I 1" en los Planos de Ordenación.
2. La ordenanza I 1 comprende los suelos destinados a la ubicación de industrias y almacenes, que por la naturaleza de la actividad o de los materiales que tratan no suponen un riesgo para la salubridad ni para la seguridad personal o ambiental y que conforman el denominado polígono industrial Santa Ana.
3. Se establecen dos grados de esta ordenanza: la I 1 que es la mayoritaria, y la I 1a, que se corresponde con las parcelas de superficie inferior a 500 m<sup>2</sup>.
4. Esta Ordenanza establece sobre porciones de suelo indicaciones específicas de edificación, uso e intensidad, indicaciones que tienen como resultado global sobre el conjunto de cada parcela una solución tipológica.

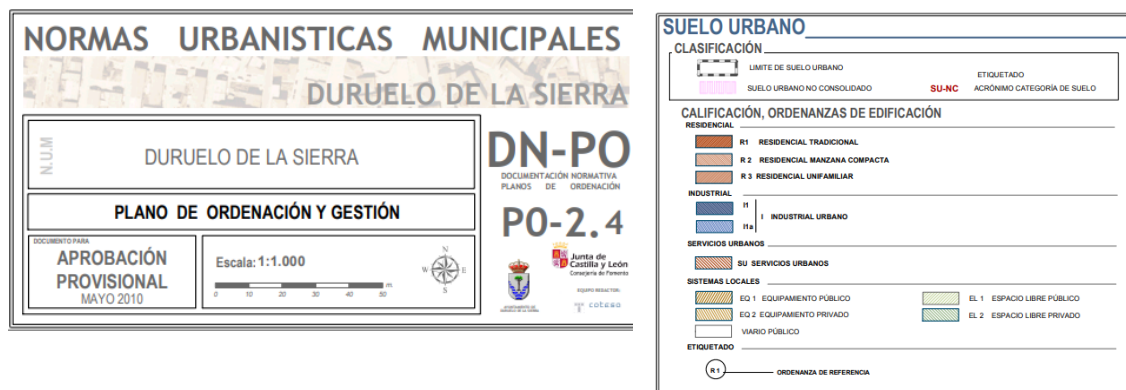


Imagen 2: Normas urbanísticas municipales de Duruelo de la Sierra  
Fuente: Ayuntamiento de Duruelo de la Sierra

### 2.1 CONDICIONES DE EDIFICACIÓN

Según el **Artículo 151** nuestra central deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. **Tipología de la edificación:** edificación aislada y/o adosada (naves-nido1), preferentemente la primera.
2. **Condiciones de volumen:**
  - Altura máxima de la edificación: será de 10 m. Podrá permitirse una altura superior siempre que se justifique ante los servicios técnicos municipales las circunstancias objetivas de producción. Por encima de

ANEJO 1. FICHA URBANÍSTICA

*la altura reguladora máxima se permitirán las chimeneas, antenas y aparatos especiales relacionados con el funcionamiento de la actividad industrial como pueden ser puentes grúa, maquinaria de carga, depósitos, instalaciones de transporte y conducción, etc.*

- *Disposición de la cubierta: se permite la cubierta plana y la inclinada.*
- *Superficie máxima edificable: la superficie máxima edificable será el resultado de aplicar un índice de edificabilidad a la superficie total de la parcela, siendo este índice: 0,75 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> para la tipología Nave aislada.*
- *Construcciones auxiliares: Las construcciones auxiliares permitidas serán preferentemente de carácter abierto o semi-abierto, la altura máxima de estas construcciones será igual a la del edificio principal y se ejecutará con los mismos materiales de acabado que éste.*

-

**3. Condiciones estéticas y de composición:**

- *Para la tipología de nave aislada la parcela libre se ajardinará al menos en un 20%, siendo obligatoria su plantación y conservación, no admitiéndose en ella almacenamientos ni ninguna clase de construcción, a excepción de las instalaciones eléctricas, de telecomunicaciones, o de combustibles, autorizadas para el uso propio.*
- *Se preverá un acceso por parcela y otro adicional cuando se superen 25 m de fachada exterior. En el caso de parcelas con varias fachadas a viario exterior, sólo se contabilizará una de ellas. Cuando se acoja a reglas de transformación tipológica (naves-nido), el número de accesos será el fijado en el siguiente artículo.*

### 3. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

La normativa municipal nos indica las condiciones de urbanización de edificaciones en terreno industrial y condiciones de obra.

Esta edificación cumple con los parámetros de la normativa municipal de Duruelo de la Sierra, lo que hace que el proyecto cumpla con la legalidad.

### 4. LEGISLACIÓN APLICABLE

Las normativas más relevantes a tener en cuenta en el proyecto para que se puedan obtener las correspondientes autorizaciones administrativas para su ejecución, son las siguientes:

- 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 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- LEY 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Directiva 96/61/CE del Consejo de 24 de Septiembre, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación.
- Ley 10/1998, de 21 de abril de Residuos.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación. (BOE 29-01-2011).



## ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 1. LOCALIZACIÓN.....                                     | 2  |
| 1.1 FACILIDAD DE ACCESO.....                             | 5  |
| 1.2 IMPACTO VISUAL .....                                 | 6  |
| 1.3 DISTANCIA AL PUEBLO .....                            | 6  |
| 1.4 TAMAÑO PARCELA .....                                 | 6  |
| 2. CONVERSIÓN DE LA BIOMASA EN ENERGÍA.....              | 8  |
| 2.1 BIOMASA.....                                         | 8  |
| 2.2 DISTINTAS FORMAS DE CONVERSIÓN.....                  | 9  |
| 3. SISTEMA DE DEPURACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS ..... | 12 |
| 4. SISTEMA DE BOMBEO.....                                | 15 |
| 5. TIPOS DE ALMACENAJE DE LA BIOMASA .....               | 19 |
| 6. TIPO DE BIOMASA .....                                 | 24 |
| 7. TIP DE SECADERO DE BIOMASA .....                      | 31 |

# 1. LOCALIZACIÓN

Estudiaremos las distintas alternativas posibles para la ubicación de nuestra planta, en la cual se implantará la central de biomasa junto con el secadero y el almacén. Debe tener, por lo tanto, un tamaño adecuado para no tener problemas de espacio y un fácil acceso.

Además de localizarse relativamente cerca del municipio, para una menor longitud de la red de tuberías, reduciendo así las pérdidas de calor.

A continuación, estudiaremos las distintas alternativas posibles para la ubicación de nuestra planta junto con sus principales condicionantes:

- **ALTERNATIVA A) LOCALIZACIÓN 1. CI Oporto (número 5 + número 11):** esta alternativa contempla la construcción de la Planta de Biomasa en 2 parcelas situadas en el Polígono Industrial Santa Ana, con las siguientes referencias catastrales:
  - Parcela Nº 5 (6.115 m<sup>2</sup>): 6244401WM0464S.
  - Parcela Nº 11 (2.921 m<sup>2</sup>): 6243301WM0464S.



Figura 1: Imagen de la localización 1 en el visor SIGPAC  
Fuente: visor SIGPAC

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

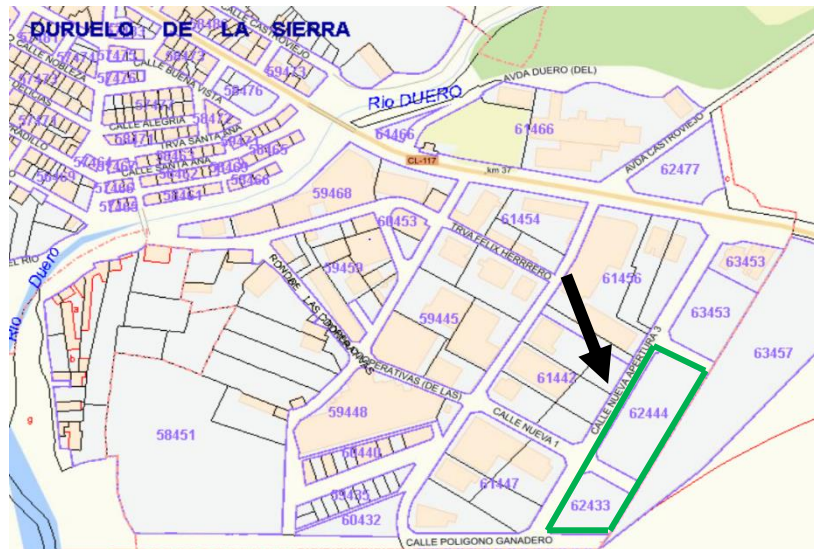
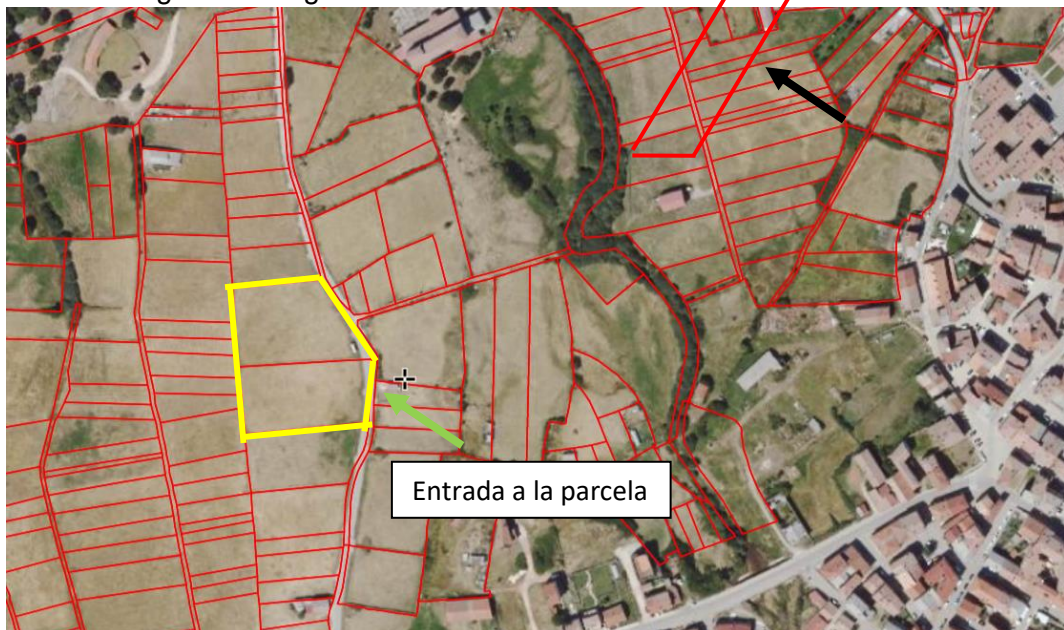


Figura 2: imagen de la Localización 1 en el catastro  
Fuente: Catastro

- **ALTERNATIVA B) LOCALIZACIÓN 2. Polígono 1 El Campo (Parcela 81 + Parcela 82):** esta alternativa contempla la ubicación de la Planta de Biomasa en 2 fincas cercanas al Raso de Santa Marina, en el Polígono 1. Con un tamaño total de 7686 m<sup>2</sup>. Referencia catastral de las parcelas:
  - Parcela 82 (3680 m<sup>2</sup>): 42124B001000820000HI.
  - Parcela 81 (4006 m<sup>2</sup>): 42124B001000810000HX.

Figura 3: imagen de la localización 2 en el Visor SIGPAC

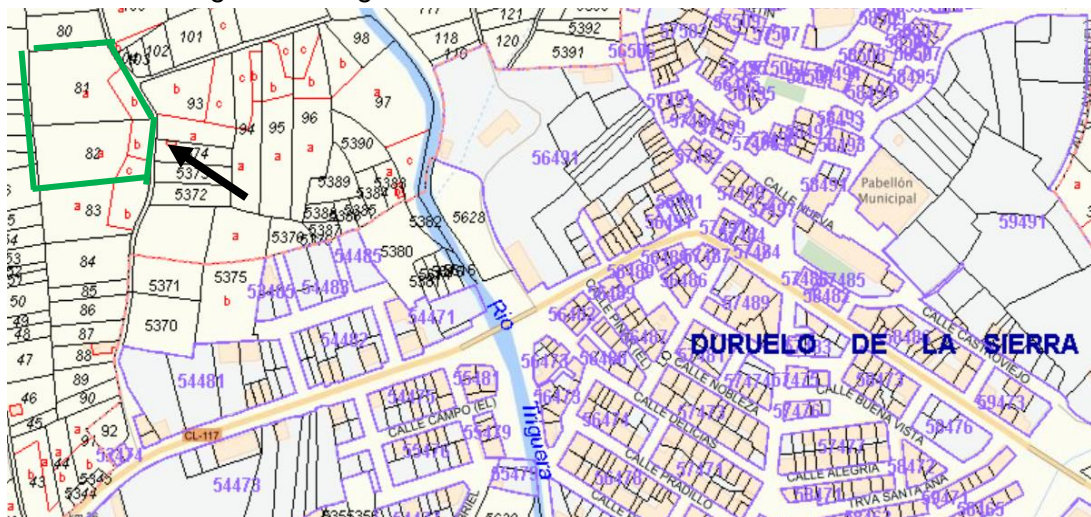


Fuente: visor SIGPAC



ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Figura 4: imagen de la localización 2 en el Catastro



Fuente: Catastro

- **Alternativa C) LOCALIZACIÓN 3. AV Félix Herrero 20:** esta alternativa contempla la ubicación de la Planta de Biomasa en esta parcela, cercana al punto limpio de la localidad. Con un tamaño de 21091 m<sup>2</sup>.

Figura: imagen ubicación de la Alternativa C)



Figura 5: imagen de la localización 3 en el Visor SIGPAC

Fuente: visor SIGPAC



ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

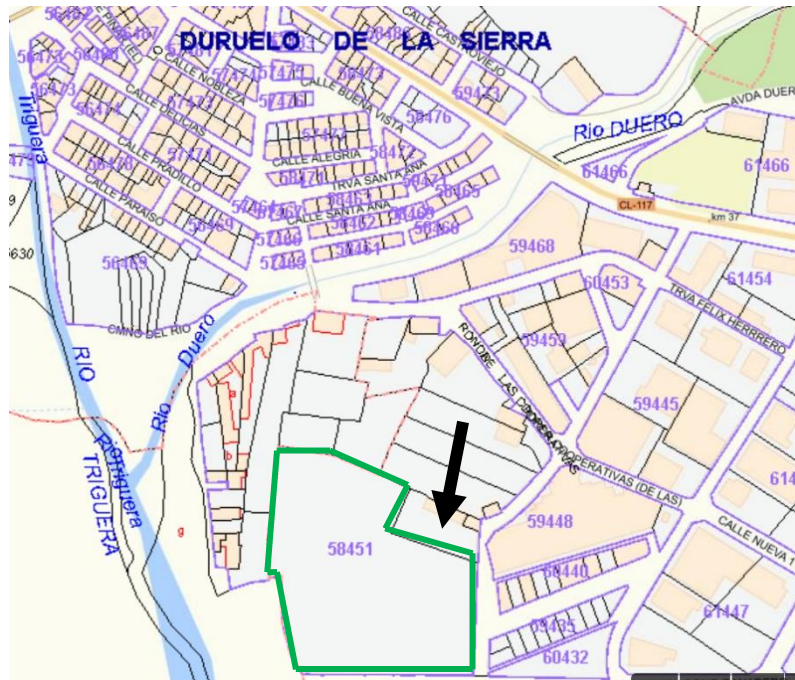


Figura 6: imagen de la Alternativa 3 en el Catastro  
Fuente: Catastro

Para valorar las alternativas se han definido una serie de criterios que permitan determinar, cuál de ellas presenta una viabilidad más apropiada.

Los criterios considerados son los siguientes:

- 1.1 Facilidad de acceso.
- 1.2 Impacto visual.
- 1.3 Distancia al municipio.
- 1.4 Tamaño de la parcela.

### 1.1 FACILIDAD DE ACCESO

- **ALTERNATIVA A):** toda la zona Noroeste de la parcela tiene acceso directo a una de las calles principales del polígono, asfaltada y con espacio suficiente para las distintas maniobras de la maquinaria y los camiones que suministren la materia prima.
- **ALTERNATIVA B):** el acceso tampoco sería un inconveniente ya que la parte Este de la parcela se comunica con la pista asfaltada que une la Carretera Autonómica CL-117 con el Raso de Santa Marina. El único problema que presenta es la anchura de la pista lo que dificultaría las maniobras de los camiones.
- **ALTERNATIVA C):** el acceso sería un problema en esta parcela, ya que la única vía de entrada a la parcela sería un camino de tierra en mal estado. Por lo que sería necesario arreglarlo o asfaltarlo, para facilitar el acceso de la maquinaria y los camiones.

## 1.2 IMPACTO VISUAL

- **ALTERNATIVA A):** el impacto visual es prácticamente inexistente debido a su ubicación en un polígono industrial, con multitud de fábricas en los alrededores. Pero apreciable desde la residencia de ancianos.
- **ALTERNATIVA B):** esta alternativa tampoco causará apenas impacto visual, ya que su ubicación es contigua al polígono. Además de encontrarse en una zona casi inapreciable desde la calle más cercana.
- **ALTERNATIVA C):** será la alternativa de mayor impacto visual, ya que la carretera de acceso contigua a la parcela es transitada de forma habitual por turistas y habitantes de la localidad.

## 1.3 DISTANCIA AL PUEBLO

Importante para conocer cuál es el menor trazado de tuberías en cuanto a distancia:

- **ALTERNATIVA A):** su ubicación es ideal, debido a su proximidad a la localidad y a la facilidad a la hora de instalar las tuberías.
- **ALTERNATIVA B):** ubicación aceptable debido a su cercanía al pueblo, pero de difícil acceso a la hora de colocar las tuberías.
- **ALTERNATIVA C):** mayor distancia al pueblo que el resto de alternativas.

## 1.4 TAMAÑO DE LA PARCELA

- **ALTERNATIVA A):** esta alternativa presenta un tamaño de 9076 m<sup>2</sup>, una superficie suficiente para la implantación de la central.
- **ALTERNATIVA B):** una superficie de 7686 m<sup>2</sup>, dentro del tamaño necesario para la construcción.
- **ALTERNATIVA C):** la parcela tiene 21091 m<sup>2</sup>, tamaño suficiente para el desarrollo del proyecto.

Daremos a cada alternativa un valor del 0 – 10, siendo el 10 lo más viable:

Tabla 1: elección de alternativas 1

| ALTERNATIVA | ACCESO | I. VISUAL | DISTANCIA | TAMAÑO | TOTAL |
|-------------|--------|-----------|-----------|--------|-------|
| A           | 10     | 5         | 10        | 5      | 30    |
| B           | 5      | 0         | 5         | 0      | 10    |
| C           | 0      | 10        | 5         | 10     | 25    |

Fuente: elaboración propia

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

**Según esta valoración, la alternativa elegida es la alternativa A, se trata de las parcelas 5 y 11 de la CI Oporto del Polígono Industrial Santa Ana del municipio de Duruelo de la Sierra (Soria). Se trata de la alternativa con mayor superficie, su ubicación es próxima a la localidad, el impacto visual es prácticamente inexistente ya que se encuentra en una zona con multitud de fábricas y tiene acceso directo a una de las calles principales del polígono la cual es suficientemente amplia y se encuentra perfectamente asfaltada.**

## 2. CONVERSIÓN DE LA BIOMASA EN ENERGÍA

Antes de entrar en detalle de las distintas formas de conversión de la biomasa, vamos a explicar que es este recurso.

### 2.1 BIOMASA

La biomasa es la fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos, incluidos los residuos industriales y municipales de origen biológico.

En contexto energético, la biomasa puede considerarse como la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Podemos dividir la biomasa en 2 grupos:

- Residuos procedentes de las actividades forestales, agrícolas y ganaderas.
- Residuos domésticos e industriales.

La biomasa se considera un combustible renovable ya que en emisiones de CO<sub>2</sub> se suele considerar neutro, debido a que la cantidad emitida de dióxido de carbono a la atmósfera es equivalente a la retirada de la atmósfera.

A continuación, se muestran una serie de ventajas y desventajas de forma resumida:

Tabla 2: ventajas y desventajas de la biomasa

| VENTAJAS                                                                 | DESVENTAJAS                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Presenta un precio económico en comparación con el petróleo o el carbón. | La quema de la biomasa genera cenizas lo que incrementa los costes operacionales.                  |
| Menor dependencia de los combustibles fósiles.                           | Es necesaria una zona de almacenamiento de mayor volumen que la necesaria para otros combustibles. |
| Poco contaminante con el medio ambiente.                                 | Las calderas necesitan de un mantenimiento específico.                                             |
| Se trata de una fuente de energía renovable y muy abundante.             |                                                                                                    |
| Creación de empleo en las zonas rurales y limpieza de los montes.        |                                                                                                    |

## 2.2 DISTINTAS FORMAS DE CONVERSIÓN

El promotor del proyecto nos ha solicitado determinar cuál es la forma más eficiente para convertir la biomasa en energía, para ello vamos a distinguir 2 métodos: los termoquímicos (combustión, pirólisis, gasificación y co-combustión) y los bioquímicos (fermentación alcohólica y fermentación metánica).

Existen diferentes formas para transformar la biomasa en energía que se pueda aprovechar, los vamos a dividir en 2 grandes grupos:

- Métodos termoquímicos: es la manera de emplear el calor para transformar la biomasa, siendo los materiales secos los que mejor funcionan. Distinguimos 4 métodos:
  - Combustión.
  - Pirólisis.
  - Gasificación.
  - Co-combustión: consiste en emplear la biomasa como un combustible de ayuda mientras se realiza la combustión de carbón en las calderas, reduciendo así el consumo de carbón y de CO<sub>2</sub>.
- Métodos bioquímicos: se emplean diferentes microorganismos que degradan las moléculas, se emplea biomasa de alto contenido en humedad, los más empleados son:
  - Fermentación alcohólica: consiste en la fermentación de los hidratos de carbono contenidos en las plantas, transformándolos así en un alcohol (etanol).
  - Fermentación metánica: es la digestión anaerobia (sin oxígeno) de la biomasa, donde la materia orgánica se descompone y se crea biogás.

Analizamos los 3 métodos más utilizados (combustión, pirólisis y gasificación) para determinar cuál será el más adecuada para nuestra instalación.

### **ALTERNATIVA A (combustión)**

Es una reacción de oxidación de los componentes de la biomasa a alta temperatura (800°- 1000°C) y en presencia de una cantidad de oxígeno suficiente (por encima del necesario para efectuar la oxidación total) para producir la oxidación total de los componentes de la biomasa, a partir de la cual se obtiene energía en forma de calor, agua, cenizas como producto de la reacción y gases como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) o azufre (S).

En la práctica solo es posible combustionar biomasa con una humedad < al 50 %.

Se trata de una alternativa muy válida debido a la sencillez del proceso, lo que conlleva un mantenimiento más sencillo y un menor coste del equipo.

## **ALTERNATIVA B (pirólisis)**

Es la conversión termoquímica de la biomasa en tres productos: líquido (aceites), gas y residuo carbonoso. Se realiza por calentamiento de la biomasa (500°C) en ausencia de aire, por lo que no se producen reacciones de combustión.

En el caso que se pirolíce biomasa forestal, las propiedades de esta influyen de manera muy notable sobre los productos resultantes. Por ejemplo, la humedad lo que hace es disminuir el rendimiento del proceso de carbonización, ya que es necesario calor para evaporar esa agua, además de generar un carbón más frágil que si la biomasa tuviera menor contenido en humedad. Por esto se aconseja que la biomasa tenga un contenido en agua cercano al 10 %.

Existiendo diferentes tipos de pirólisis (pirólisis convencional, pirólisis rápida...).

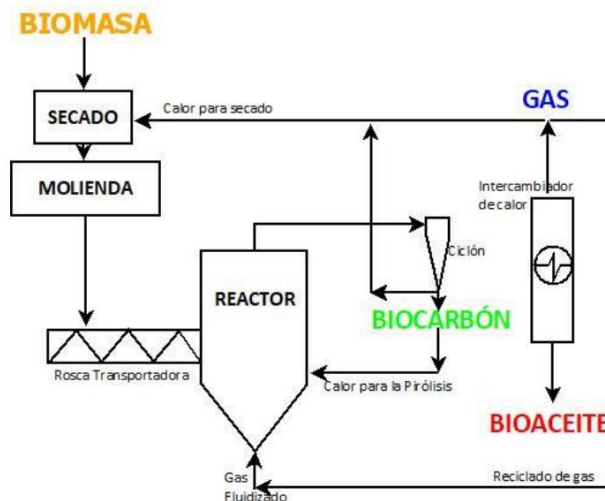


Figura 7: esquema del proceso de pirólisis.  
Fuente: elaboración propia.

## **ALTERNATIVA C (gasificación)**

Es la oxidación parcial de la biomasa con aire, oxígeno o vapor de agua a altas temperaturas (800°- 900 °C), dando lugar a un gas combustible, dependiendo del tipo de agente gasificante se obtienen diferentes calidades de gases. Si es aire se logra gas de síntesis y si es oxígeno se obtiene gas rico.

Los más empleados son:

- Gasificadores de lecho fijo o móvil: se caracterizan porque disponen de un lecho sobre el cual la biomasa se mueve lentamente hacia abajo por el efecto de la gravedad a la vez que se va produciendo la gasificación.

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

- Gasificadores de lecho fluidizado: en ellos, la temperatura es uniforme a través de todo el lecho, manteniéndose entre 700 y 900 °C. Pueden ser de lecho burbujeante o de lecho circulante.

Este proceso por el momento es poco conocido y por lo tanto no se utiliza demasiado. Que el proceso sea más complicado implica que el equipo sea más sofisticado y por lo tanto más caro.

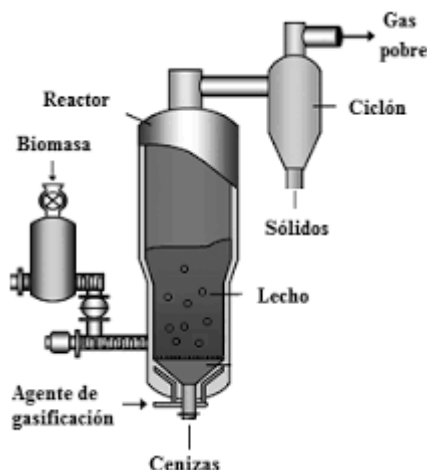


Figura 8: esquema del proceso de gasificación  
Fuente: elaboración propia

Para valorar las alternativas se han definido una serie de criterios que permitan determinar, cuál de ellas presenta una viabilidad más apropiada.

Los criterios considerados son los siguientes:

- Coste del equipo para el proceso de conversión.
- Temperatura necesaria para el proceso.
- Facilidad de mantenimiento.
- Humedad necesaria en el combustible.

Daremos valores del 0 – 10, siendo el 10 la mayor viabilidad:

Tabla 3: elección de alternativas 2

| ALTERNATIVA | COSTE | MANTENIMIENTO | HUMEDAD | TEMPERATURA | TOTAL |
|-------------|-------|---------------|---------|-------------|-------|
| <b>A</b>    | 10    | 10            | 5       | 5           | 30    |
| <b>B</b>    | 0     | 0             | 10      | 10          | 20    |
| <b>C</b>    | 5     | 5             | 5       | 5           | 20    |

Fuente: elaboración propia

**Según esta valoración, la alternativa elegida es la alternativa A. Se realizará por lo tanto la combustión de la biomasa puesto que se trata de un método sencillo de realizar con un coste de equipos y mantenimiento menor.**

### 3. Sistema de depuración de emisiones atmosféricas

Tiene como función la retirada del material particulado de mayor tamaño presente en los gases de combustión, reduciendo así la contaminación de las emisiones a la atmósfera.

Con estos equipos conseguimos reducir emisiones a la atmósfera, recuperar y valorizar subproductos, reducir costes de mantenimiento en procesos posteriores, disminuir riesgos para la salud de los trabajadores y cumplir con la normativa medioambiental actual.

Nuestra planta contará con 2 de los siguientes sistemas estudiados:

- Filtro de mangas.
- Filtro electrostático.
- Multiciclón.

#### **ALTERNATIVA A (Filtro de mangas)**

Consiste en una carcasa metálica en cuyo interior se encuentran una serie de mangas construidas de un tejido filtrante. Los gases que entran en el filtro se elevan alrededor de las mangas filtrantes por su parte externa, depositándose el polvo en esta parte, permitiendo pasar a través de las mangas los gases limpios para posteriormente salir por su parte superior. Periódicamente el polvo depositado en las mangas se limpia por medio de breves impulsos de aire comprimido que se inyecta en cada fila de mangas en sentido contrario al flujo de gases.

Son los equipos más baratos y fáciles de instalar.

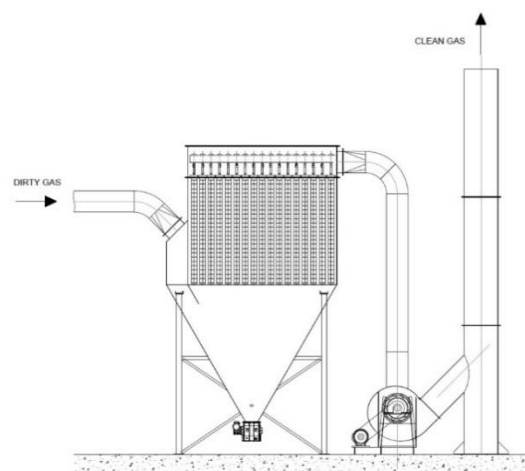


Figura 9: filtro de mangas  
Fuente: elaboración propia



### **ALTERNATIVA B (Filtro electrostático)**

Formado por una serie de placas verticales a través de las cuales pasan los gases, en el centro de las placas se hayan los electrodos que provocan un campo eléctrico. las partículas contenidas en los gases se cargan negativamente al pasar por el campo eléctrico y son atraídas por las placas colectoras. La eficacia de este equipo depende de la resistividad de las partículas, cuanto mayor es esta menor es su eficacia, esta resistividad depende de la composición de las partículas. De este modo todas las partículas aéreas se adhieren como un imán al sistema de filtrado y quedan unidas a él hasta proceder a su limpieza.

Presentando las siguientes ventajas:

- Eficacia alta y constante.
- Alta capacidad de acumulación: permite la captación tanto de contaminantes sólidos como líquidos.
- Bajo coste de mantenimiento.
- Elevada durabilidad.

Pero como principal inconveniente estos equipos presentan un coste muy elevado respecto al precio de otros.

### **ALTERNATIVA C (Multiciclones)**

El funcionamiento de este sistema se basa en la introducción de los gases en el multiciclón. Dentro del equipo se produce un proceso de centrifugación, junto con un cambio de sentido del aire. Este proceso permite que las partículas de mayor tamaño se almacenen en el cajón de recogida situado en la parte inferior.

Estos equipos también sirven para recuperar el calor de los humos, para el precalentamiento del aire que se introducirá en la cámara de combustión, lo que permite un aumento de la eficiencia de la caldera.

Para valorar las alternativas se han definido una serie de criterios que permitan determinar, cuál de ellas presenta una viabilidad más apropiada.

Los criterios tomados son los siguientes:

- Eficiencia del proceso.
- Coste del equipo.
- Durabilidad.
- Resistencia.

Daremos valores del 0 – 10, siendo el 10 la mayor viabilidad:

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Tabla 4: elección de alternativas 3

| ALTERNATIVA | DURABILIDAD | RESISTENCIA | COSTE | EFICIENCIA | TOTAL |
|-------------|-------------|-------------|-------|------------|-------|
| <b>A</b>    | 5           | 10          | 10    | 5          | 30    |
| <b>B</b>    | 10          | 5           | 0     | 5          | 20    |
| <b>C</b>    | 5           | 5           | 5     | 10         | 25    |

Fuente: elaboración propia

**Según esta valoración, las alternativas elegidas son: el filtro de mangas, ya que presenta una elevada resistencia y un bajo coste, y los multiciclones, debido a su elevada eficiencia y a su aceptable coste y durabilidad.**

### 3. SISTEMA DE BOMBEO

Analizamos las distintas opciones disponibles para saber cuál será la opción más adecuada para bombear el agua necesaria que circulará por las distintas tuberías para calentar los distintos edificios de la red de calor.

Se instalarán grupos de bombeo utilizados para la impulsión del agua hasta los distintos puntos de consumo, disponiendo de sistemas de bombeo primario (circulación caldera – depósito de acumulación) y secundario (para hacer llegar el agua de las subestaciones de intercambio a los distintos edificios).

Vamos a analizar 3 sistemas de bombeo:

- 4.1 Bombeo centrífugo.
- 4.2 Bombeo sumergible.
- 4.3 Bombeo solar.

Cada uno con distintas características:

#### ALTERNATIVA A (Sistemas de bombeo centrífugo)

Se trata de una bomba hidráulica que se encarga de transformar la energía mecánica del impulsor (impulsor giratorio) en energía cinética necesaria para ejercer presión sobre el líquido.

El impulsor giratorio se encuentra conectado a un eje, y este eje a su vez se encuentra conectado a una fuente de energía. Con este impulsor se consigue aumentar progresivamente la velocidad del agua, facilitando que el agua se descargue por la tubería.

Su objetivo es el de proporcionar una solución práctica a la falta de presión de un suministro de agua en aquellos lugares donde no haya una gran pendiente.

El funcionamiento de una bomba centrífuga es especialmente sencillo. En primer lugar, el líquido entra por el impulsor, donde gracias a unos álabes se dirige el fluido, y expulsado por la fuerza centrífuga, dicho líquido sale hacia el exterior.

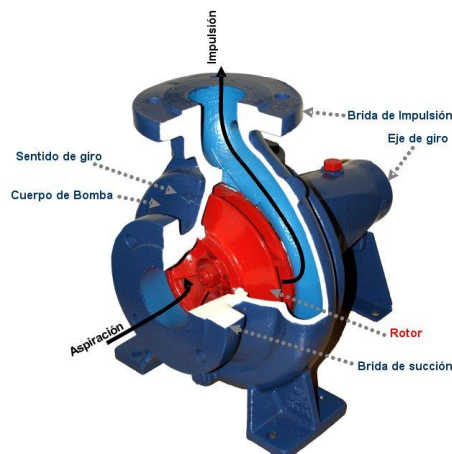


Figura 10: bombeo centrífugo  
Fuente: Wikipedia

## **ALTERNATIVA B (Sistemas de bombeo sumergible)**

Se trata de sistemas que para utilizarlos se sumergen en el líquido y disponen de un sistema eléctrico que está protegido para no filtrar el agua, El motor, que está acoplado dentro del cuerpo de la bomba, se cierra herméticamente, para que el agua no pueda acceder a él.

Este motor transforma la energía cinética en energía centrífuga y por último en energía de presión, consiguiendo elevar el agua hacia afuera.

Son sistemas que pueden generar una gran fuerza para hacer subir el agua, debido a que no dependen de la presión del aire exterior, consiguiendo así también ahorrar una gran cantidad de energía.

Se emplean para el vaciado de piscinas, de pozos, de grandes depósitos de agua o para extracción de aguas subterráneas.

Encontramos bombas sumergibles diferenciadas en dos tipos principales:

- Bombas sumergibles de una etapa: empleadas en instalaciones domésticas (ej. Filtros de acuario).
- Bombas sumergibles multietapas: empleadas sobre todo para el bombeo de líquidos subterráneos, pudiendo trabajar tanto con agua potable como con líquidos más pesados.

La principal desventaja que podemos encontrar con estas bombas es que, con el paso del tiempo, pueden producirse corrosión en los elementos que sellan el motor. Lo que implica realizar un correcto mantenimiento para evitar a futuro posibles problemas.

## **ALTERNATIVA C (Sistemas de bombeo solar)**

Estos sistemas de bombeo se caracterizan porque son sistemas que funcionan gracias a la acción del calor del sol, por lo que deben de contar con un sistema de paneles solares que captan energía del sol y la convierten en eléctrica, lo que los hace respetuosos con el medio ambiente.

La principal diferencia entre el bombeo solar y el bombeo tradicional es la fuente de energía que se utiliza para hacer funcionar la bomba, el tradicional necesita de la red eléctrica o un generador de diésel o gasolina para funcionar. Mientras que en el bombeo solar la fuente de energía son los paneles solares.

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En caso de elegir esta alternativa para nuestro proyecto a parte de las placas solares, se instalará otra fuente de energía, la cual solo funcionaría en caso de que en alguna ocasión la demanda sea superior a la que puede suministrar los paneles. Para valorar las alternativas se han definido una serie de criterios que permitan determinar, cuál de ellas presenta una viabilidad más apropiada.

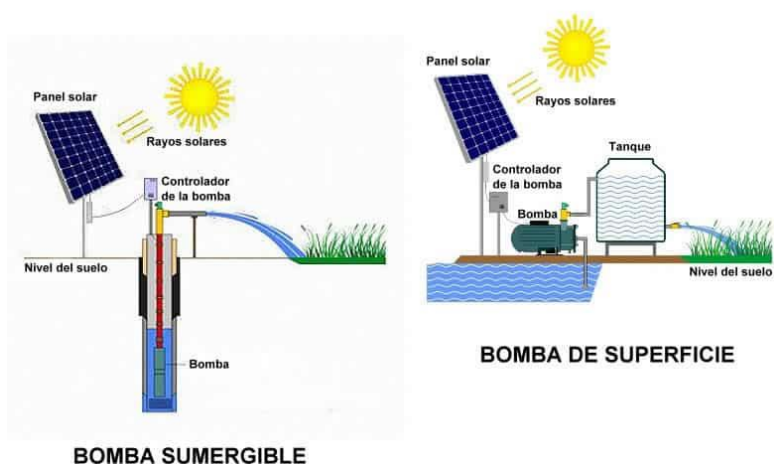


Figura 11: bombeo solar  
Fuente: HelioEsfera.com

Los criterios considerados son los siguientes:

- Viabilidad económica.
- Efecto sobre el medio ambiente.
- Eficiencia.
- Mantenimiento.

Daremos valores del 0 – 10, siendo el 10 la mayor viabilidad:

Tabla 5: elección de alternativas 4

| ALTERNATIVA | V. ECONÓMICA | M. AMBIENTE | EFICIENCIA | MANTENIMIENTO | TOTAL |
|-------------|--------------|-------------|------------|---------------|-------|
| <b>A</b>    | 5            | 0           | 10         | 10            | 25    |
| <b>B</b>    | 5            | 0           | 5          | 0             | 15    |
| <b>C</b>    | 10           | 10          | 5          | 5             | 30    |

Fuente: elaboración propia

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

**Según esta valoración, la alternativa elegida es la alternativa C, ya que es la alternativa más respetuosa con el medio ambiente, además de presentar unos buenos rendimientos.**

**El realizar el dimensionado de las instalaciones necesarias para instalar el bombeo solar en el proyecto, no es objeto del presente proyecto.**

## 4. TIPO DE ALMACENAJE DE LA BIOMASA

Vamos a analizar el modo en el que se va a almacenar la biomasa, ya que dependiendo de donde se encuentre la biomasa será más o menos susceptible a cambios provocados por el entorno y a distintas formas de manejo.

Independientemente del tipo de almacenamiento elegido, éste debe disponer de una capacidad mínima suficiente para cubrir el suministro de biomasa correspondiente a dos semanas de máximo consumo.

Vamos a dividirlo en 2 formas de almacenaje principales, con sus respectivos subgrupos:

- Almacenaje de la biomasa al aire libre:
  - 5.1 Sin cubierta.
  - 5.2 Con cubierta.
- Almacenaje de la biomasa en nave:
  - 5.3 Almacenamientos prefabricados.
  - 5.4 Almacenamientos de obra.

### **ALTERNATIVA A (Almacén de biomasa al aire libre sin cubierta)**

Es la forma más común de almacenar la biomasa en zonas de industria forestal, donde la biomasa no permanece almacenada durante mucho tiempo.

Se suele dejar la biomasa almacenada a la intemperie en montones, sobre una losa de hormigón de baja calidad o directamente sobre tierra.

De esta forma la biomasa está constantemente expuesta a los cambios meteorológicos, por lo que las propiedades del combustible pueden verse afectadas negativamente.

Este tipo de almacenaje al carecer de una cubierta superior, es susceptible todo el tiempo a posibles lluvias, nieves, heladas... Las cuales aumentan el % de humedad de nuestra biomasa, lo que supondría un aumento del uso del secadero y por lo tanto un sobrecoste.

Las principales ventajas de este sistema son su escaso mantenimiento y su coste, teniendo como única inversión, en caso de contar con ella, la losa de hormigón sobre la que depositamos la biomasa.

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS



Figura 12: almacén exterior de biomasa

Fuente: wikipedia

### **ALTERNATIVA B (Almacén de biomasa al aire libre con cubierta)**

Mismas características que el almacenaje sin cubierta, a excepción de la ventaja de contar con una cubierta que nos protege de lluvias, nieves, granizos... Está cubierta suele estar construida en chapa, lo cual no supone un elevado coste.

Se suele emplear en grandes plantas de biomasa, las cuales tienen una gran demanda de biomasa al día, por lo que disponer de almacenes de obra supondría un coste muy elevado y prácticamente innecesario debido a la constante entrada y salida de biomasa de las zonas de almacenaje.



Figura 13: almacén exterior de biomasa cubierto

Fuente: expobiomasa.com

### **ALTERNATIVA C (Almacenamientos prefabricados)**

Los vamos a dividir en 3 tipos:

- Contenedor o tolva exterior: es una opción razonable para los usuarios que no dispongan de mucho espacio para el almacenamiento. Se sitúan al lado del edificio de la caldera lo que permite un transporte modular sencillo. Su llenado se realiza mediante un sistema neumático. Son sistemas de fácil instalación y no exigen realizar una obra para adecuar el silo.



ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

- **Silo flexible:** construido en lona o polipropileno, este sistema es óptimo en lugares con espacio para su instalación. El silo está soportado por una estructura metálica permeable al aire, pero no al polvo y conectada a tierra para evitar cargas electrostáticas.  
Se rellena de biomasa por la parte superior y la descarga para la alimentación a caldera es por la parte inferior mediante un tornillo sinfín o un sistema neumático, presentando una forma cuadrada o rectangular con una capacidad de entre 3 y 5 toneladas.  
Se puede colocar tanto en exterior como en interior.
- **Depósito subterráneo:** se utilizan cuando no se dispone de mucho espacio y para un mejor aspecto visual, que mediante un sistema neumático transportan la biomasa a la caldera. Este depósito debe ser resistente a la corrosión y al paso del tiempo por la complejidad que supondría el acceso para su arreglo.

### **ALTERNATIVA D (Almacенamientos de obra)**

Son salas existentes adaptadas para su uso o en nuestro caso, salas de nueva construcción. Su característica más importante es la ausencia de humedad, ya que esta humedad hace que la biomasa aumente de volumen y pierda parte de sus propiedades como combustible.

En el caso de combustibles como pellets, astillas o huesos de aceituna existen naves de almacenamiento específicas que incluyen sistemas automáticos de alimentación a la caldera.

Vamos a diferenciar 3 tipos:

- **Con suelo inclinado de un lado:** se trata del sistema idóneo para silos cuadrados, y en función de la inclinación del suelo será necesario o no el uso de rascadores. Ya que, si no disponemos de suficiente inclinación, no seremos capaces de suministrar la biomasa de una manera continua al sistema de alimentación de la caldera.  
Este sistema se diseña de tal forma que el tornillo sinfín de extracción conecta directamente con la entrada de biomasa en la caldera, haciendo innecesaria la instalación de un tornillo elevador.
- **Con suelo inclinado de dos lados:** es recomendable en silos rectangulares en los que un rascador no podría barrer toda el área del silo. Se colocan dos falsos suelos inclinados (entre 35° y 45°) para que la biomasa almacenada se deslice por gravedad hasta el tornillo sinfín, el cual transporta la biomasa directamente a la caldera o hasta el sistema de alimentación neumática. El tornillo sinfín, consta a su vez de un tornillo rígido de extracción, que es el que se encuentra en el silo propiamente dicho, y de un tornillo elevador, que es el encargado de salvar el desnivel entre el tornillo de extracción y la entrada de biomasa a la caldera.

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

- Con suelo horizontal: el suelo plano necesita de rascadores horizontales hidráulicos, lo que supone un mayor coste, pero una gran optimización del volumen del silo. También se pueden utilizar rascadores giratorios (lamas de acero) los cuales son más económicos, pero presentan más problemas en su eficiencia.

Conviene que el silo de almacenamiento sea redondo o cuadrado para evitar espacios muertos, y el sistema de alimentación de la caldera puede ser tanto por tornillo sinfín como mediante un sistema neumático.

El principal inconveniente de este sistema radica en los espacios muertos que crean las rampas inclinadas, lo que hace que solo alrededor de 2/3 del total del volumen del silo sea útil como almacenamiento.



Figura 14: almacén interior de biomasa

Fuente: expobiomasa.com

Para valorar las alternativas se han definido una serie de criterios que permitan determinar, cuál de ellas presenta una viabilidad más apropiada. Los criterios considerados son los siguientes:

- Coste.
- Dimensión.
- Eficiencia.
- Control de la humedad.

Daremos valores del 0 – 10, siendo el 10 la mayor viabilidad:

Tabla 6: elección de alternativas 5

| ALTERNATIVA | COSTE | DIMENSIÓN | EFICIENCIA | C. HUMEDAD | TOTAL |
|-------------|-------|-----------|------------|------------|-------|
| A           | 10    | 0         | 0          | 0          | 10    |
| B           | 5     | 5         | 5          | 0          | 15    |
| C           | 5     | 5         | 5          | 5          | 20    |
| D           | 0     | 10        | 10         | 10         | 30    |

Fuente: elaboración propia

**Según esta valoración, la alternativa elegida es la alternativa D.**

**Dentro de las opciones de la alternativa D, la alternativa elegida para la planta es un almacén de suelo móvil, el cual desplazará la biomasa que cae del secadero hasta el tornillo sinfín que comunica con la caldera.**

## 5. TIPO DE BIOMASA

En la actualidad existen diversos biocombustibles sólidos los cuales pueden ser utilizados para nuestra planta, por lo que resulta conveniente analizarlos para ver cual presenta más ventajas para ser el combustible de nuestra central.

### ALTERNATIVA A (Pellets)

Son un biocombustible extendido a nivel internacional, se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas secas procedentes de otras industrias de la madera.

Proceso en el cual la propia lignina de la madera hace de aglomerante, por lo que no se necesita ni pegamento ni ninguna otra sustancia más que la misma madera. Este proceso les da una apariencia brillante como si estuviesen barnizados y los hace más densos que la madera original.

Pierde fácilmente sus características con ciertos porcentajes de humedad, por lo que es necesario que estén almacenados en recintos impermeabilizados.

Un buen pellet presenta las siguientes características:

Tabla 7: características del pellet

| COMBUSTIBLE | % DE HUMEDAD | PODER CALORÍFICO  | PRECIO       | CONTENIDO EN CENIZAS |
|-------------|--------------|-------------------|--------------|----------------------|
| Pellet      | < 10 %       | 4100-4800 kcal/kg | 353-371 €/Tn | 0,7-0,8 %            |

Fuente: elaboración propia

Pudiendo deducir que aproximadamente 2-2,2 kg de pellets equivalen energéticamente a un litro de gasóleo.

El precio a granel del pellet varía en función de la forma en la que se transporte: 353 €/Tn (volquete) y 371 €/Tn (cisterna).



Figura 15: pellet  
Fuente: pelletsur.com

El pellet presenta las siguientes ventajas y desventajas:

#### Ventajas

- Fáciles de almacenar y transportar.
- Baja emisión de CO<sub>2</sub>: ayuda a reducir la emisión de gases de efecto invernadero.
- No produce olores y son inofensivos para la salud humana.
- Producen menos ceniza que la leña.
- Presentan un elevado poder calorífico.

#### Desventajas

Crean cenizas y hollín que deben ser limpiados con regularidad.

- Necesitan más mantenimiento que una estufa convencional de leña.
- Necesitamos una mejor ventilación, ya que la combustión requiere más cantidad de aire.
- Si no se utilizan pellets de calidad pueden dañar la caldera.
- Se deben de almacenar en un lugar seco.

Podemos hacer una clasificación de los pellets en función de su calidad:

- Pellets de clase A1: son pellets fabricados a partir de madera virgen sin añadidos químicos, contienen un bajo contenido en cenizas, nitrógeno y cloro.
- Pellets de clase A2: presentan un contenido ligeramente superior de cenizas y cloro que los A1.
- Pellets de clase B: se utiliza para su fabricación madera reciclada y residuos industriales, además de no aceptar maderas tratadas químicamente. Lo que los convierte en los pellets más ecológicos.

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Además de encontrar dos tipos de certificados que garantizan su calidad: ENplus y DINplus.

### **ALTERNATIVA B (Astillas)**

Son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado. La obtención de las astillas de madera es muy sencilla, solo se necesita la materia prima, procedente de la entresaca de los bosques o de árboles no indicados para la fabricación de productos de madera, y una máquina de astillado.

La calidad de las astillas de madera no solo depende de la materia prima, también de la recogida y del proceso usado en la recolección del astillado, por lo tanto, vamos a distinguir 2 grupos:

- Astillas de clase 1: provienen de la industria de la primera y segunda transformación de la madera. Tienen humedades, por norma general, menores al 30%, aunque pueden alcanzar hasta un 45% de humedad.
- Astillas de clase 2: proceden de tratamientos silvícolas, agrícolas y forestales (podas, clareos, entresacas, etc.). Presentan hasta un 45% de humedad, y es el material empleado por excelencia en grandes edificios y en redes de calor.

También es importante recordar que las astillas se pueden clasificar según su tamaño, pudiendo distinguir tres clases:

- G30, cuya sección máxima es 3 cm<sup>2</sup>.
- G50, cuya sección máxima es 5 cm<sup>2</sup>.
- G100, cuya sección máxima es 10 cm<sup>2</sup>.

Una buena astilla de madera presenta las siguientes características:

Tabla 8: características de la astilla de madera

| COMBUSTIBLE       | % DE HUMEDAD | PODER CALORÍFICO | PRECIO       | CONTENIDO EN CENIZAS |
|-------------------|--------------|------------------|--------------|----------------------|
| Astilla de madera | 15-35 %      | 3800 kcal/kg     | 120-130 €/Tn | 1-5 %                |

Fuente: elaboración propia

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS



Figura 16: astilla de madera  
Fuente: avebiom.com

La astilla de madera presenta las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- Precio de compra competitivo, bastante inferior al del pellet.
- Elevado poder calorífico.
- Ideal para aprovechar los restos forestales en zonas del sector maderero.

Desventajas

- Necesitamos de una gran superficie para su almacenamiento.
- Presentan mayor cantidad de residuos tras su quema.
- Presenta una menor eficiencia que el pellet.

Las astillas de madera no son caras en comparación a otros materiales como el pellet, esto es debido a su baja densidad (causada por la forma extraña que presentan), lo que las convierte en el material más empleado para la calefacción de grandes edificios y en las redes de calor.

Como se ha mencionado anteriormente el principal problema de su uso es el almacenaje, debemos disponer de una gran superficie de almacén debido a su baja densidad.

Para la red de calor se emplearía astilla de clase 2 de procedencia local, abaratando así el coste de transporte. Además, esta astilla deberá ser sometida, en caso de elegirse, a un proceso de secado por lo que se reducirá su humedad mejorando así sus características.

## **ALTERNATIVA C (Hueso de aceituna)**

El uso de este tipo de combustible está cobrando cada vez más fuerza en España, gracias a su abundancia. Lo que supone combustible más económico, mayor disponibilidad local, genera empleo, etc.

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Es importante el uso de hueso de aceituna seco y limpio, ya que por el contrario puede generar mucha suciedad en la caldera, mayor desgaste de los distintos elementos y corrosión.

El hueso de aceituna es un combustible con unas óptimas características para generar energía térmica: tiene una elevada densidad, baja humedad y un alto poder calorífico. De ahí que cada vez esté adquiriendo más importancia su uso para abastecer calderas de biomasa.

Un correcto hueso de aceituna empleado como biomasa presenta las siguientes características:

Tabla 9: características del hueso de aceituna

| COMBUSTIBLE       | % DE HUMEDAD | PODER CALORÍFICO  | PRECIO       | CONTENIDO EN CENIZAS |
|-------------------|--------------|-------------------|--------------|----------------------|
| Hueso de aceituna | 13%          | 4100-4450 kcal/kg | 160-180 €/Tn | 1,3-1,4 %            |

Fuente: elaboración propia

Es debido a estas características por lo que se ha convertido en una gran alternativa al gasoil, puesto que son más económicos y menos contaminantes que el derivado del petróleo. Los cálculos efectuados demuestran que 2 kilogramos de hueso de aceituna tienen el mismo poder calorífico que un litro de gasoil.

Su precio para un poder calorífico de 4100 kcal/kg es de 163 €/Tn para granel en volquete y de 181 €/Tn para camión cisterna.



Figura 17: hueso de aceituna

Fuente: olihueso.es

Ventajas y desventajas del hueso de aceituna como combustible:



ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Ventajas

- Es un producto totalmente ecológico, ya que deriva de la naturaleza.
- Se trata de un producto económico, debido a la gran superficie de olivos en España.
- Ayuda a la creación de empleos en las zonas rurales.
- Emite menos olores y gases al combustionar.

Desventajas

- Las calderas de biomasa necesitan un mayor mantenimiento.
- Suele ser necesario un tratamiento de secado para eliminar parte de la humedad.
- Necesitan de un amplio espacio para guardar sus sacos.

Para valorar las alternativas se han definido una serie de criterios que permitan determinar, cuál de ellas presenta una viabilidad más apropiada. Los criterios considerados son los siguientes:

- Precio.
- Poder calorífico.
- Disponibilidad.
- Cenizas generadas.

Daremos valores del 0 – 10, siendo el 10 la mayor viabilidad:

Tabla 10: elección de alternativas 6

| <b>ALTERNATIVA</b> | <b>PRECIO</b> | <b>PODER<br/>CALORÍFICO</b> | <b>DISPONIBILIDAD</b> | <b>CENIZAS</b> | <b>TOTAL</b> |
|--------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|--------------|
| <b>A</b>           | 0             | 10                          | 5                     | 10             | 25           |
| <b>B</b>           | 10            | 5                           | 10                    | 5              | 30           |
| <b>C</b>           | 5             | 5                           | 0                     | 0              | 10           |

Fuente: elaboración propia

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

**Según esta valoración, la alternativa elegida es la alternativa B. Debido a que la astilla de madera es un material barato que presenta un buen poder calorífico y que es abundante en la zona, por lo que es muy accesible en cuanto a transporte.**

## 7. TIPO DE SECADERO DE BIOMASA

Para una correcta combustión de la biomasa es necesario que la materia prima tenga una humedad menor al 10%, cuanto más baja mejor será la combustión. Dejando secar la biomasa al aire libre podríamos obtener valores de humedad de alrededor del 20%, empleando para ello un tiempo considerable.

Por lo tanto, para aprovechar al máximo las características de la biomasa, emplearemos un secadero, para reducir su humedad al nivel deseado y que la biomasa salga del secadero con la calidad correspondiente, una humedad residual uniforme y un porcentaje reducido de partículas finas y de arena.

Tenemos que elegir por lo tanto un tipo de secadero que sea lo más eficaz posible al reducir la humedad de la biomasa. A continuación, se describen los tipos de secaderos analizados para su uso en nuestra planta.

### **ALTERNATIVA A (Secadero de lecho rotativo)**

Su funcionamiento se basa en un sencillo sistema de circulación del producto. Unas palas remueven y mezclan permanentemente la biomasa generando un movimiento continuo, a la vez que un flujo de aire atraviesa el producto para obtener una buena transferencia de calor y resultados uniformes de secado.

El aire de secado entra a través de una chapa perforada sobre la que se mueve el producto. Dependiendo de la cantidad de ventilación podemos separar los materiales más finos (polvo, arenas...), gracias a este proceso de limpieza del material conseguimos incrementar el valor calorífico de la biomasa y reducir en contenido en cenizas.

Presenta una serie de ventajas frente a los secaderos convencionales:

- Funcionamiento sin problemas con productos difíciles de tratar y de gran tamaño.
- Amplia gama de aplicaciones.
- Óptimo secado del producto, consiguiendo humedades finales uniformes.
- Proceso de limpieza, consiguiendo productos de óptima calidad.
- Construcción robusta para una alta eficacia y bajos costes de mantenimiento.



Figura 18: secadero de lecho rotativo

Fuente: allgaier-process-technology.com

### **ALTERNATIVA B (Secadero de cinta)**

Para secar la biomasa de forma óptima y cuidadosa, el aire caliente fluye desde abajo o desde arriba a través del producto mientras este es transportado por la cinta de forma continuada. El aire del proceso (aire calentado directa o indirectamente) pasa a través de una o varias capas de producto a temperaturas de hasta 200°C. Es apropiado para productos con alta humedad como es el caso de la astilla de madera.

Existe la posibilidad de emplear secaderos de cinta a baja temperatura (50-120 °C) ofreciendo de esta manera excelentes resultados a la hora de emplear el calor residual de nuestra caldera.

El funcionamiento de este tipo de secaderos se puede entender mejor explicando el siguiente esquema:

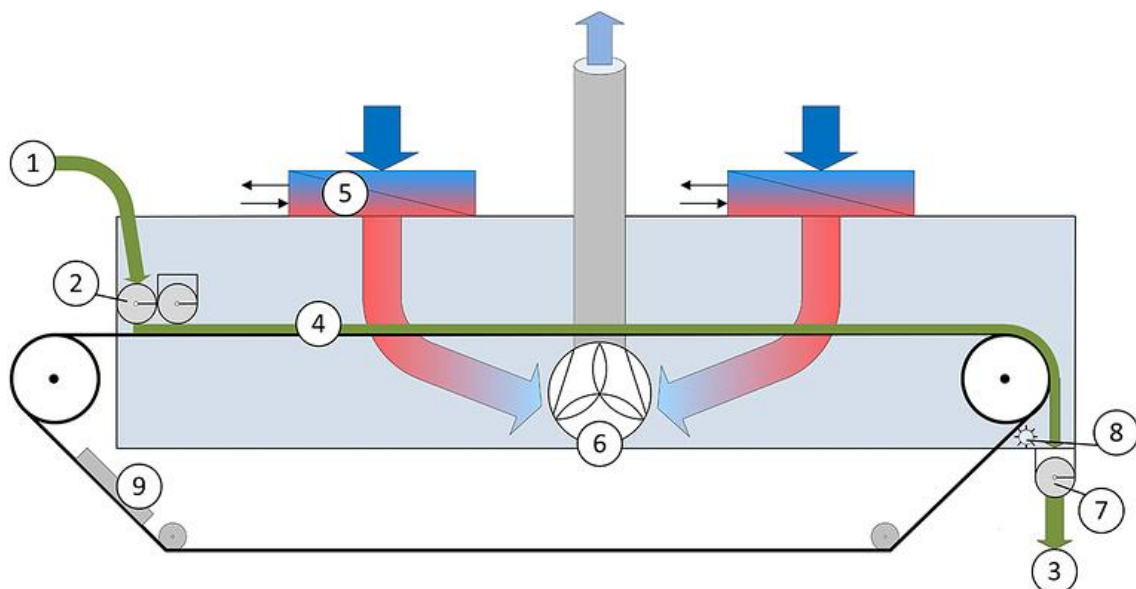


Figura 19: esquema secadero de cinta

Fuente: rudnick-enners.com

Nuestra biomasa llega desde el almacén a través del sistema de alimentación (1), justo seguido encontramos el tornillo de distribución (2) el cual se encarga de dosificar la biomasa para que entre en la cinta transportadora (4) de forma uniforme.

En la parte superior del secadero encontramos los intercambiadores de calor (5), los cuales emiten el aire caliente encargado de pasar a través de la biomasa que transporta la cinta para su correcto secado. A los intercambiadores de calor llega una pequeña parte del agua calentada a x-x °C en nuestra caldera de biomasa. Estos intercambiadores cogen aire de la atmósfera mediante unos ventiladores, este aire circula de forma paralela al agua caliente para calentarse, y una vez caliente es enviado hacia la cinta transportadora para conseguir reducir la humedad de la biomasa.

El ventilador (6) situado en la zona central es el encargado de recibir el aire ya frío y redirigirlo hacia la parte superior donde es expulsado a la atmósfera.

A la salida de la cinta transportadora encontramos el tornillo sinfín de descarga (7) el cual se encarga de distribuir nuestro producto ya seco, al lado del tornillo encontramos un equipo auxiliar: la escobilla de limpieza (8), la cual se encarga de eliminar cualquier elemento no deseado que contenga nuestro material, una vez ya limpia la biomasa sale al exterior a través de la zona de descarga (3).



Figura 20: secadero de cinta  
Fuente: rudnick-enners.com

Este tipo de secaderos presenta las siguientes ventajas:

- Bajos niveles de emisión y bajo consumo de corriente.
  - Bajos costes de mantenimiento, en parte gracias a su construcción en acero inoxidable.
  - Se puede utilizar con múltiples productos (viruta, astillas, conglomerado, hierba, corteza, orujos...).
  - Son módulos premontados, lo que facilita su instalación.
  - Se controla de forma inteligente, lo que supone un proceso de secado automático.
- 
- Se pueden diseñar a medida, según las dimensiones de las distintas instalaciones.

Se podría implantar perfectamente en nuestro proyecto, se encontraría conectando la zona de almacenaje con la caldera de biomasa. Secando la biomasa de forma continua y uniforme.

### **ALTERNATIVA C (Secadero tipo trommel)**

Se trata de un túnel de secado de materiales a granel provisto de aletas mezcladoras internas, sus dimensiones vienen determinadas por la cantidad de agua a evaporar, a más agua a evaporar mayor dimensión tendrá el tubo.

El material se introduce gracias a una válvula de rotación situada a la entrada del tubo, el material va girando mientras pasa por el interior del tubo para facilitar así el secado del material. El trommel trabaja a bajas temperaturas ya que si trabajase a altas temperaturas se dañaría la lignina.

El trommel consta de varias partes y sistemas para su perfecta funcionalidad:

- Rodillos para el sistema de rotación.
- Sistema de tracción mediante piñones y cadenas.
- Termostato para el control de la temperatura en el interior del tubo.
- Sistema de control de las revoluciones por minuto del tambor.
- Tolvas para la carga y descarga.
- Sistema de aspiración de aires de alta temperatura.
- Sistema decantador de cenizas antichispas.

El trommel también puede venir equipado, en forma de extras, con un ciclón y un sistema hidráulico antiincendios.

Para incrementar la seguridad del secado se establece un flujo de circulación en paralelo entre el aire y el producto. Evitando así el choque térmico entre el material más seco y el aire más caliente.

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS



Figura 21: secadero tipo trommel  
Fuente: maquinariaeindustria.es

El secado tipo trommel aportaría a la planta las siguientes ventajas:

- Gran velocidad de secado.
- Elevada capacidad de tratamiento.
- Caudal de aire de secado elevado.

El secado tipo trommel emplea la tecnología de secado clásica, denominada secado directo. Los gases de combustión entran directamente al cilindro donde entran en contacto con la biomasa.

Por lo tanto, a la salida del tubo encontramos un sistema de depuración de gases para separar nuestra biomasa de los gases, evitando de esta forma la emisión de gases a la atmósfera.

Para valorar las alternativas se han definido una serie de criterios que permitan determinar, cuál de ellas presenta una viabilidad más apropiada. Los criterios considerados son los siguientes:

- Coste.
- Dimensión.
- Eficacia.
- Mantenimiento.

ANEJO 2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Daremos valores del 0 – 10, siendo el 10 la mayor viabilidad:

Tabla 11: elección de alternativas 7

| <b>ALTERNATIVA</b> | <b>COSTE</b> | <b>DIMENSIÓN</b> | <b>EFICIENCIA</b> | <b>MANTENIMIENTO</b> | <b>TOTAL</b> |
|--------------------|--------------|------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| <b>A</b>           | 5            | 10               | 5                 | 5                    | 25           |
| <b>B</b>           | 5            | 0                | 5                 | 5                    | 15           |
| <b>C</b>           | 0            | 5                | 10                | 0                    | 15           |

Fuente: elaboración propia

**Según esta valoración la opción elegida es la ALTERNATIVA A. Este tipo de secaderos presenta elevados rendimientos de secado, con materiales duraderos y de poco mantenimiento. Además de poder ser hecho a medida.**





## ANEJO 3. CONDICIONANTES

### ÍNDICE DE CONTENIDOS:

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. CLIMA .....                                                                                                                            | 2  |
| 1.1. TEMPERATURA.....                                                                                                                     | 2  |
| 1.1.1...HELADAS .....                                                                                                                     | 3  |
| 1.2. PRECIPITACIÓN .....                                                                                                                  | 4  |
| 1.2.1...PRECIPITACIÓN EN FORMA DE NIEVE .....                                                                                             | 5  |
| 1.3. VIENTOS .....                                                                                                                        | 6  |
| 1.4. SOL.....                                                                                                                             | 7  |
| 1.4.1...DIAS SOLEADOS.....                                                                                                                | 7  |
| 2. MANO DE OBRA.....                                                                                                                      | 9  |
| 3. MATERIA PRIMA.....                                                                                                                     | 9  |
| 4. ABASTECIMIENTO DE AGUA .....                                                                                                           | 10 |
| 5. CONDICIONANTES LEGALES .....                                                                                                           | 10 |
| 5.1. NORMATIVA A NIVEL EUROPEO/INTERNACIONAL.....                                                                                         | 10 |
| 5.1.1...DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL<br>CONSEJO DE 25 DE OCTUBRE DE 2012 RELATIVA A LA EFICIENCIA<br>ENERGÉTICA..... | 10 |
| 5.2. NORMATIVA A NIVEL NACIONAL .....                                                                                                     | 11 |
| 5.2.1...SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES Y EMISIONES .....                                                                                       | 11 |
| 5.2.2...APARATOS A PRESION Y TUBERIAS PARA FLUIDOS RELATIVOS A<br>CALDERAS.....                                                           | 11 |
| 5.2.3...CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTALES .....                                                                                 | 11 |
| 5.2.4...NORMATIVA SOBRE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....                                                                                 | 12 |
| 5.2.5...MÁQUINAS.....                                                                                                                     | 12 |
| 6. CONDICIONANTES DEL PROMOTOR.....                                                                                                       | 13 |

# 1. CLIMA

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar determinado, constituido por la cantidad de lluvias, la humedad, la temperatura, los vientos... En Duruelo de la Sierra el clima se define como un clima de montaña asociado al clima mediterráneo, no continentalizado.

Se caracteriza por tener inviernos fríos y prolongados, en los que son abundantes las precipitaciones en forma de nieve en los meses de diciembre a febrero y las heladas. El verano es corto y suave, con habituales tormentas de verano. Siendo mayo, el mes con más precipitación en forma de lluvia, y agosto, el mes con menos.

Para obtener los datos empleamos la estación meteorológica ESCYL4200000042158B situada en el propio municipio, a una altitud de 1185 m sobre el nivel del mar.

## 1.1 TEMPERATURA

Llevamos a cabo un análisis de las temperaturas para ver qué periodos son más fríos para saber cuándo tendremos la mayor demanda energética y en cuales casi no habrá demanda de ACS y calefacción, y por lo tanto la demanda será mínima.

Para así poder realizar con mayor exactitud el consumo energético que tendremos a lo largo del año.

En la siguiente tabla quedan recogidas las temperaturas máximas y mínimas de cada mes, así como las medias de las máximas y mínimas de todo el mes, junto con la temperatura media de cada mes. Registradas desde el año 2012 hasta el 2021:

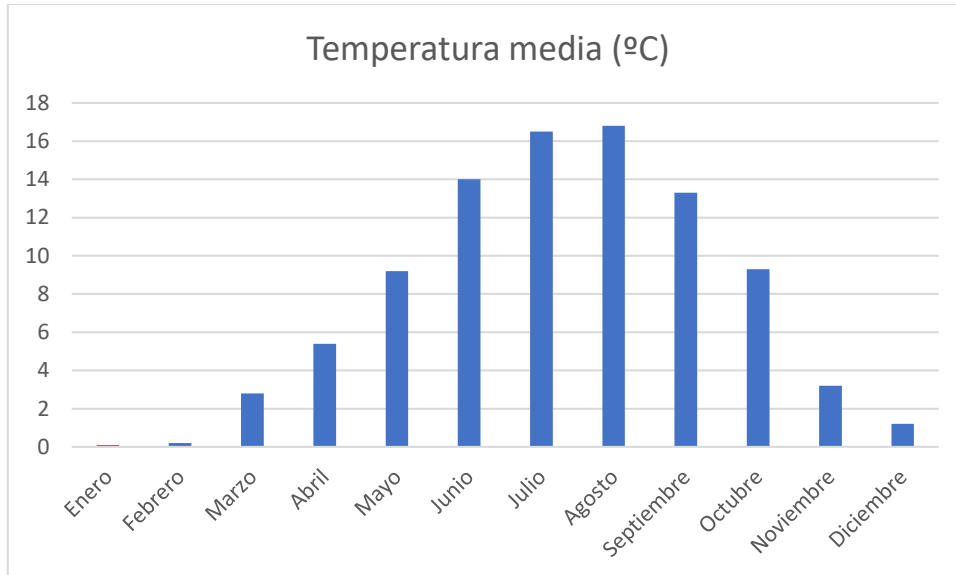
Tabla 1: temperaturas medias mensuales

| Mes        | Temperatura (°C) |       | Temperatura (°C) |            | Temp.media (°C) |
|------------|------------------|-------|------------------|------------|-----------------|
|            | Máx.             | Mín.  | Media. Max       | Media. Min |                 |
| Enero      | 18,3             | -19,2 | 4,7              | -2,3       | 0,1             |
| Febrero    | 22,7             | -11,6 | 5,9              | -1,9       | 0,2             |
| Marzo      | 15,4             | -8    | 10,1             | -0,4       | 2,8             |
| Abril      | 22,2             | -9,7  | 12,3             | 2,2        | 5,4             |
| Mayo       | 31,9             | -2,4  | 15,7             | 4,8        | 9,2             |
| Junio      | 34,9             | -0,3  | 21,6             | 8,1        | 14              |
| Julio      | 38,7             | -0,1  | 25,2             | 11,4       | 16,5            |
| Agosto     | 37,8             | -2,9  | 25,3             | 11,2       | 16,8            |
| Septiembre | 34,9             | -4,3  | 20,7             | 8,3        | 13,3            |
| Octubre    | 27,1             | -7,6  | 13,8             | 4,1        | 9,3             |
| Noviembre  | 22,6             | -9,7  | 9,1              | 1,2        | 3,2             |
| Diciembre  | 18,9             | -12,5 | 4,6              | -1,3       | 1,2             |

Fuente: meteoclimatic

Graficando la temperatura media mensual obtenemos el siguiente gráfico:

Gráfico 1: gráfico de temperaturas medias



La temperatura rara vez subía de los 31 °C y bajaba de los -7 °C, pero en los últimos años debido al cambio climático se han disparado las temperaturas extremas, con una T ° máxima de 38,7 °C (16 de julio del 2022), y mínimas que llegan a -10 °C con facilidad.

### 1.1.1 HELADAS

Las heladas en Duruelo de la Sierra son habituales durante la mayoría de los meses del año, debido a la gran diferencia de temperatura entre el día y la noche.

Nos podemos encontrar con alguna helada perfectamente a finales de agosto, empezando a ser habituales desde mediados de septiembre a finales de mayo.

Una helada se produce cuando la temperatura del aire cercano a la superficie terrestre disminuye a menos de 0 °C.

Observando los datos recogidos en la tabla anterior de temperatura, concluimos que las heladas son habituales durante todo el año, a excepción de 2 meses.

Por lo tanto, es totalmente necesaria la adecuación de nuestras instalaciones para resistir estas bajas temperaturas, ya que los conductos del agua de la central podrían congelarse.

## 1.2 PRECIPITACIÓN

Analizamos la precipitación, ya que la biomasa que utilizamos como combustible, si se expone a la lluvia, las fibras del interior de la madera se humedecen y esto dificulta la combustión. Con lo cual la capacidad de producir calor será mucho más baja de lo normal.

Por lo que si las precipitaciones son muy abundantes será necesaria la construcción de una nave para su almacenamiento.

Tabla 2: precipitación media anual

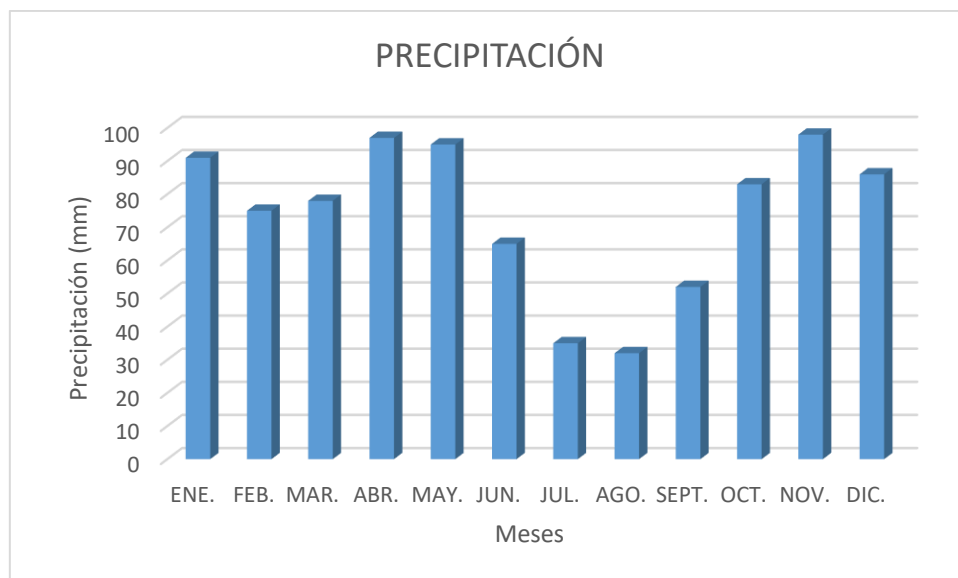
| Promedio           | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEPT. | OCT. | NOV. | DIC. |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| PRECIPITACION (mm) | 91   | 75   | 78   | 97   | 95   | 65   | 35   | 32   | 52    | 83   | 98   | 86   |
| DIAS LLUVIOSOS     | 10   | 9    | 9    | 11   | 11   | 7    | 5    | 5    | 6     | 9    | 10   | 9    |

Fuente: climate – data

La tabla muestra los valores promedio en cuanto a precipitación y días lluviosos recogidos desde 1991 a 2021.

Mostrando una precipitación total anual de 887 mm, bastante superior a la precipitación en la capital, la cual en 2020 fue de 480 mm y en 2021 de 615 mm.

Gráfico 2: precipitación media anual



Podemos observar en la gráfica que los meses más lluviosos son abril, mayo y noviembre, encabezados por noviembre. Por el contrario, los meses con menos precipitación son julio, agosto y septiembre, siendo agosto el menos lluvioso.

### 1.2.1 PRECIPITACIÓN EN FORMA DE NIEVE

Las nevadas en el municipio de Duruelo son habituales desde finales de noviembre hasta bien entrado el mes de marzo, siendo el mes con más nieve el mes de febrero.

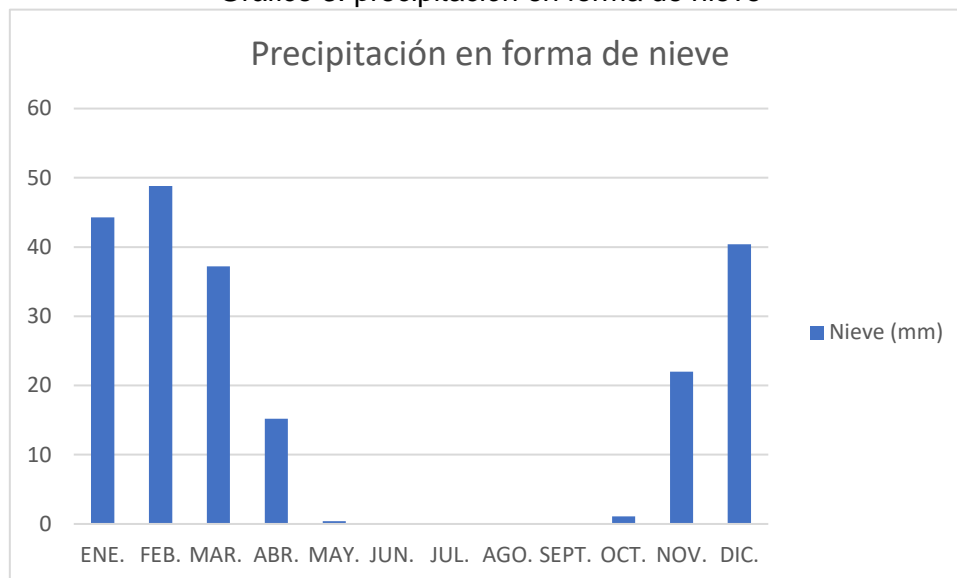
Desde 2014 hasta 2021 la nieve promedio acumulada por mes es la siguiente:

Tabla 3: precipitación en forma de nieve anual

| Mes        | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY | JUN | JUL | AGO | SEPT | OCT | NOV | DIC  |
|------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|
| Nieve (mm) | 44,3 | 48,8 | 37,2 | 15,2 | 0,4 | 0   | 0   | 0   | 0    | 1,1 | 22  | 40,4 |

Fuente: weatherspark

Gráfico 3: precipitación en forma de nieve



Es importante conocer los meses en los que más nieve y la cantidad, ya que es un dato a tener en cuenta en la construcción de la cubierta tanto de la nave como del almacén en caso de que haya que construirlo. Esta cubierta deberá ser más resistente para soportar el peso de la nieve que se pueda acumular.

### 1.3 VIENTOS

Es importante estudiar la dirección y la fuerza de los vientos, ya que pueden influirnos de forma negativa, como puede ser la emisión de las chimeneas con dirección hacia el casco urbano del pueblo.

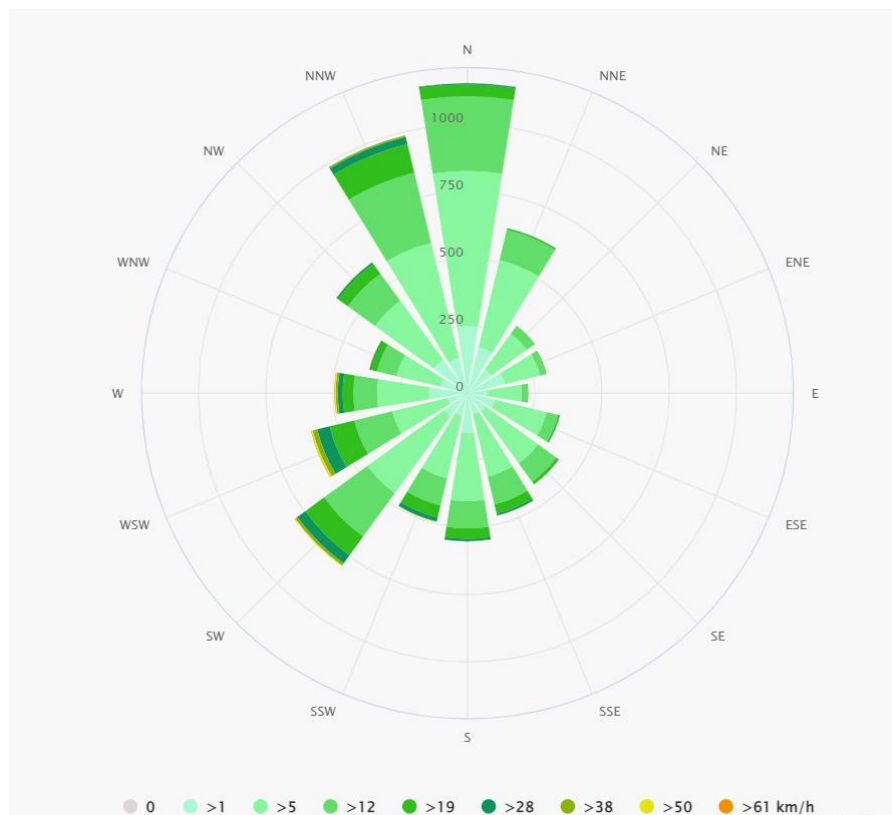
En la siguiente tabla se pueden observar los km/h máximos de cada mes, desde el año 2012 al año 2021:

Tabla 4: vientos medios mensuales

| Mes           | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Viento (km/h) | 77  | 68  | 59  | 61  | 47  | 48  | 42  | 47  | 48   | 47  | 63  | 69  |

Fuente: meteoblue

El viento se representa en una figura llamada rosa de los vientos que indica la dirección del viento, la fuerza, y el número de horas de viento por dirección:



Fuente: meteoblue

Analizando la rosa de los vientos, se observa que la dirección predominante del viento en Duruelo de la Sierra es la Norte, seguida por la Norte - noroeste y en 3º lugar la Suroeste.

El viento sopla en la dirección predominante del viento más de 1000 horas al año.

Se puede apreciar que en la dirección Oeste - suroeste soplan los vientos de mayor fuerza, con vientos de más de 61 km/h.

Viendo la dirección dominante del viento, observamos que coincide con la dirección hacia la que se encuentra el pueblo, por lo que serán necesarias mayores medidas de control de las posibles emisiones contaminantes que pueda generar la combustión.

## 1.4 SOL

Es un factor muy condicionante, ya que tanto los días soleados y la radiación solar, influyen en la demanda energética. Siendo esta demanda menor los días soleados. A su vez este factor también nos condiciona el proyecto en el apartado del bombeo, ya que una de las opciones más viables para este apartado es el bombeo solar. Por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de instalar o no las placas solares.

### 1.4.1 DÍAS SOLEADOS

En la siguiente tabla se observan la media de horas de luz en los distintos meses, así como el % de el día mas nublado y más despejado de cada mes:

Tabla 5: horas de luz mensuales

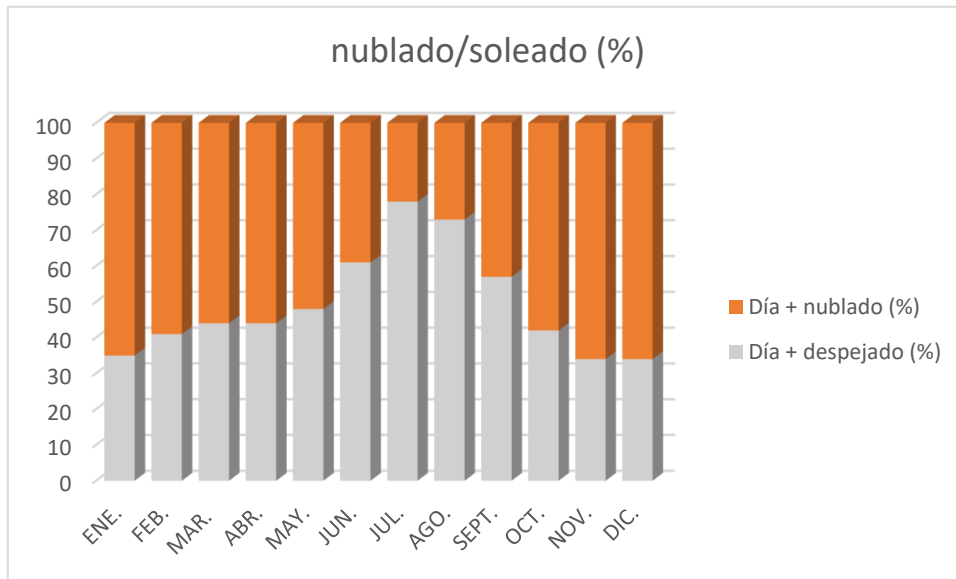
| Mes                 | ENE | FEB  | MAR | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|---------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Horas de luz (h)    | 9,5 | 10,6 | 12  | 13,4 | 14,6 | 15,2 | 14,9 | 13,8 | 12,4 | 11  | 9,8 | 9,2 |
| Día + despejado (%) | 35  | 41   | 44  | 44   | 48   | 61   | 78   | 73   | 57   | 42  | 34  | 34  |
| Día + nublado (%)   | 65  | 59   | 56  | 56   | 52   | 39   | 22   | 27   | 43   | 58  | 66  | 66  |

Fuente: meteoblue



ANEJO 3. CONDICIONANTES

Gráfico 4: % de días soleados



En cuanto a las horas de luz, se observa que los meses con menos horas de luz al día de media son los meses más fríos, coincidiendo así con los meses de mayor demanda energética.

Analizando los días despejados y nublados, observamos que los meses más despejados son julio, agosto y junio, lo que significa que en estos meses la radiación del sol será mayor, y sumado a la temperatura cálida, significa que en estos meses la demanda energética en cuanto a calefacción será nula o muy escasa.

## 2. MANO DE OBRA

Las necesidades de mano de obra para el mantenimiento y control de la central de biomasa no son un inconveniente, ya que al ser el promotor el ayuntamiento del municipio, dispone de una plantilla de peones y de un encargado de mantenimiento, los cuales se encargarán diariamente de comprobar el correcto funcionamiento de la central y del correcto almacenaje de la biomasa.

Por lo que con este proyecto se ayuda a mantener la población en el medio rural y así luchar contra la despoblación de estas zonas.

## 3. MATERIA PRIMA

Para este proyecto la materia prima que se va a emplear es la biomasa, que gracias a la combustión de la caldera calentaremos el agua la cual será transportada mediante una red de tuberías a los distintos edificios públicos adheridos a la red de calor.

Se empleará astilla de biomasa forestal, que se comprará a 2 empresas del propio municipio, ayudando de este modo a crear puestos de trabajo para mantener a la población en el municipio.

La astilla de madera se comprará a una empresa de Duruelo de la Sierra, la empresa x situada a x metros de la planta, y la empresa y situada a y metros de la central. Se comprará astilla de elevada calidad con un 40 – 50 % de humedad, la cual posteriormente se someterá a un proceso de secado en la planta.

El ayuntamiento ha llegado a un acuerdo con ambas empresas para que, desde la última semana de junio hasta la tercera semana de septiembre, el secadero de la planta sea utilizado para secar la biomasa de ambos proveedores, lo que supone un beneficio económico al vender una astilla de menor % de humedad. Siendo este beneficio integro para ambas empresas.

Gracias a este acuerdo, el precio de la biomasa para la planta será de 70 €/tonelada, suponiendo una reducción del 50% respecto a su precio normal de venta.

La astilla forestal tiene un poder calorífico de media de 3,5 kWh/kg (con un 30% de humedad) por lo que, si la central tiene que producir al año x kW para calefacción y ACS, necesitaremos x toneladas de astilla al año.

Siendo esta cantidad mayor debido al uso del secadero en los meses ya citados anteriormente.

Necesitaremos semanalmente una cantidad de 25 toneladas de astilla, las cuales llegaran a la planta mediante camiones.

## 4. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para asegurar el abastecimiento de agua, se ha buscado un emplazamiento cercano al río Duero, el cual dispone de caudal suficiente para la demanda de nuestra red de calor y sin afectar al medio ambiente de la zona.

El río Duero se encuentra dentro de la Confederación Hidrográfica del Duero, será el organismo al cual deberemos presentar nuestro proyecto para validar el sistema de captación de agua para nuestra planta.

## 5. CONDICIONANTES LEGALES

En este apartado se recoge la legislación, tanto nacional como internacional, que afecta en mayor medida a la realización de nuestro proyecto:

### 5.1 NORMATIVAS 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.
- 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

#### 5.1.1 Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética:

Donde se recoge las medidas tomadas por la Unión Europea para hacer frente al cambio climático y a la, cada vez mayor, escasez de recursos energéticos. Gracias a una economía más eficiente y sostenible en el consumo de energía, y a la implantación de nuevas tecnologías.

Destacando los artículos más relevantes:

- **Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación:**  
Se establece un marco de medidas para el fomento de la eficiencia energética a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de la Unión Europea del 20 % de ahorro para el 2020

## 5.2 NORMATIVA A NIVEL NACIONAL

### 5.2.1 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.

### 5.2.2 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.

### 5.2.3 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.

ANEJO 3. CONDICIONANTES

- 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.

#### 5.2.4 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.

#### 5.2.5 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.

## **6. CONDICIONANTES DEL PROMOTOR**

- El ayuntamiento de Duruelo de la Sierra nos indica que la potencia de la caldera de combustión sea sobredimensionada a una potencia de 2 MW para posibles futuras anexiones a la red de calor.



## **ANEJO 4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

|                                                                                               |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS.....                                                           | 2 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA 5 DEL POLÍGONO SANTA ANA.....                                  | 2 |
| 1.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA 11 DEL POLÍGONO SANTA ANA.....                                 | 4 |
| 2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EDIFICIOS ANEXIONADOS<br>A LA RED DE CALOR ..... | 7 |



# 1. DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS

A continuación, se va a describir el estado en el que se encuentran las parcelas elegidas para llevar a cabo la construcción de la central de biomasa.

Estas parcelas han sido elegidas en el Anejo 2 “Elección de Alternativas” por ser la localización más cercana al municipio y con mejor acceso para poder realizar con mayor facilidad las distintas tareas llevadas a cabo durante las obras y el funcionamiento de la planta.

## 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA 5 DEL POLÍGONO SANTA ANA

La parcela número 5 situada en la Calle Oporto en el municipio de Duruelo de la Sierra (Soria), es la mayor de las dos parcelas en cuanto a tamaño, con una superficie de 6115 m<sup>2</sup>.

Es una parcela de terreno urbano y uso industrial, sobre la que vamos a construir la central de biomasa que contendrá la caldera, el almacén y el secadero.

La parcela la podemos dividir en dos zonas:

- La zona más próxima a la calzada la vamos a denominar “Zona A”, la cual está formada por una cubierta vegetal con malas hierbas y arbustos de pocos centímetros de altura.
- Mientras que en la “Zona B” de la parcela encontramos pinos de pocos metros de altura, los cuales deberán ser talados antes de comenzar el replanteo y las obras.

ANEJO 4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



Figura 1: distribución en zonas de la Parcela 5.  
Fuente: Visor Sigpac

La imagen anterior es una foto aérea tomada desde el Visor Sipac, a continuación, se muestra una foto real del estado actual de la Parcela 5.



Figura 2: fotografía actual de la Parcela 5  
Fuente: elaboración propia

## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA 11 DEL POLÍGONO SANTA ANA

La parcela número 1 situada en la Calle Oporto en el municipio de Duruelo de la Sierra (Soria), es la menor de las dos parcelas en cuanto a tamaño con una superficie de 2921 m<sup>2</sup>.

Es una parcela de terreno urbano y uso industrial, sobre la que se situará la caseta de oficinas prefabricada.

Para explicar las características de la parcela la vamos a dividir en dos zonas:

- la “Zona A” formada por cubierta vegetal y arbustos de pequeño tamaño.
- la “Zona B” formada por pinos de tamaño pequeño.

Al igual que ocurre en la parcela 5, debemos talar los arbustos y pinos antes de llevar a cabo las obras.



Figura 3: distribución en zonas de la Parcela 11  
Fuente: Visor Sigpac

ANEJO 4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La imagen anterior es una foto aérea tomada desde el Visor Sipac, a continuación, se muestra una foto real del estado actual de la Parcela 11.



Figura 4: fotografía actual de la Parcela 11  
Fuente: elaboración propia

ANEJO 4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



Figura 5: zona de unión de las 2 parcelas  
Fuente: elaboración propia



## 2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EDIFICIOS ANEXIONADOS A LA RED DE CALOR

Todos los edificios anexionados a la red de calor disponen en la actualidad de un cuarto de calderas con calderas de gasóleo, las cuales mantendremos anexionadas al edificio para que en hipotético caso de emergencia en el que la caldera de biomasa se encuentre fuera de servicio, los edificios no se queden sin calefacción y ACS.

En el momento en el que nuestra planta vuelva a funcionar con normalidad las calderas de gasóleo pasaran a inactivas, quedando suministrada toda la demanda energética la planta de biomasa.



Figura 6: fotografía de las actuales calderas de gasóleo (polideportivo)  
Fuente: elaboración propia



## ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                          | 2  |
| 2. PABELLÓN DE DEPORTES Y CAMPO DE FÚTBOL..... | 3  |
| 2.1. PABELLÓN DE DEPORTES.....                 | 4  |
| 2.2. CAMPO DE FÚTBOL.....                      | 6  |
| 3. AYUNTAMIENTO .....                          | 8  |
| 3.1. DEMANDA ACS.....                          | 8  |
| 3.2. DEMANDA DE CALEFACCIÓN .....              | 10 |
| 3.3. DEMANDA TOTAL.....                        | 12 |
| 4. CENTRO DE SALUD .....                       | 13 |
| 4.1. DEMANDA DE ACS .....                      | 13 |
| 4.2. DEMANDA DE CALEFACCIÓN .....              | 15 |
| 4.3. DEMANDA TOTAL.....                        | 17 |
| 5. COLEGIO .....                               | 18 |
| 5.1. DEMANDA DE ACS .....                      | 18 |
| 5.2. DEMANDA DE CALEFACCIÓN .....              | 20 |
| 5.3. DEMANDA TOTAL.....                        | 22 |
| 6. GUARDERÍA.....                              | 23 |
| 6.1. DEMANDA DE ACS .....                      | 23 |
| 6.2. DEMANDA DE CALEFACCIÓN .....              | 25 |
| 6.3. DEMANDA TOTAL.....                        | 27 |
| 7. RESUMEN DEL TOTAL DE LA DEMANDA.....        | 28 |



## 1. INTRODUCCIÓN

Se realiza el siguiente anejo con el fin de calcular el consumo energético necesario para garantizar el suministro a la red de calor, determinando así la potencia de nuestra planta de biomasa.

La demanda energética no será igual en las distintas instalaciones, debido a que algunas no dispondrán de calefacción, por lo que las dividiremos de la siguiente manera:

- Pabellón de deportes y vestuarios del campo de fútbol (sin calefacción).
- Ayuntamiento, centro de salud, colegio y guardería (disponen de calefacción).

Para determinar el consumo energético del agua caliente sanitaria, emplearemos la siguiente fórmula:

$$D_{ACS} = usuarios\ al\ mes \times consumo\ de\ ACS \times C_p \times \Delta T$$

Siendo,

$D_{ACS}$  = la demanda energética de ACS.

$C_p$  = calor específico del agua (1 Kcal/kg °C).

$\Delta T$ , salto térmico (60 °C – temperatura agua de red).

Empleando la siguiente tabla para estimar el consumo de ACS:

Tabla 1: consumo dependiendo del tipo de vivienda

| <b>Criterio de la demanda</b> | <b>Litros/<br/>día*unidad</b> | <b>Unidad</b> |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Vivienda                      | 28                            | Por persona   |
| Hospitales y clínicas         | 55                            | Por persona   |
| Centro de salud               | 41                            | Por persona   |
| Hotel (5 estrellas)           | 69                            | Por persona   |
| Hotel (4 estrellas)           | 55                            | Por persona   |
| Hotel (3 estrellas)           | 41                            | Por persona   |
| Hostal                        | 34                            | Por persona   |
| Camping                       | 21                            | Por persona   |
| Residencia                    | 41                            | Por persona   |
| Centro penitenciario          | 28                            | Por persona   |
| Albergue                      | 24                            | Por persona   |
| Vestuarios/duchas colectivas  | 21                            | Por persona   |
| Escuela sin ducha             | 4                             | Por persona   |
| Escuela con ducha             | 21                            | Por persona   |
| Cuarteles                     | 28                            | Por persona   |
| Fábrica y talleres            | 21                            | Por persona   |
| Oficinas                      | 2                             | Por persona   |
| Gimnasios                     | 21                            | Por persona   |
| Restaurantes                  | 8                             | Por persona   |

## 2. PABELLÓN DE DEPORTES Y CAMPO DE FÚTBOL

El polideportivo permanece abierto todos los días entre semana, debido al uso de estas instalaciones por parte del colegio.

Mientras que en el campo de fútbol se usa los martes y los jueves, y un día del fin de semana.

Para el cálculo de la demanda de ACS tendremos en cuenta que en los meses de julio y agosto el consumo se verá alterado por la inactividad de la zona de duchas.

Consideramos el siguiente consumo (l/día) de agua \* persona:

| Tipos de demanda  | Litros/día*persona |
|-------------------|--------------------|
| Duchas colectivas | 21                 |

Teniendo en cuenta la siguiente información:

- El equipo de fútbol está formado por un total de 20 jugadores.
- El equipo visitante que también hará uso de las duchas, esta formado por 20 jugadores.
- Al pabellón acuden de lunes a viernes, durante el curso escolar, un total de 25 personas al día.
- Durante el fin de semana, las duchas del pabellón de deportes se encuentran cerradas.

Obtenemos los siguientes datos, teniendo en cuenta el número de personas por día que acuden a las instalaciones:

| Instalación        | Litros/día*persona | Litros/día TOTALES |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| Campo de fútbol    | 21                 | 840                |
| Pabellón municipal | 21                 | 525                |

Para determinar el salto térmico ( $\Delta T$ ), consideramos la temperatura de agua de la red en la provincia de Soria.

ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Tabla 2: Temperatura del agua de red en Soria

| Mes        | Temperatura |
|------------|-------------|
| Enero      | 5           |
| Febrero    | 6           |
| Marzo      | 7           |
| Abril      | 9           |
| Mayo       | 11          |
| Junio      | 14          |
| Julio      | 27          |
| Agosto     | 16          |
| Septiembre | 14          |
| Octubre    | 11          |
| Noviembre  | 8           |
| Diciembre  | 6           |

Fuente: elaboración propia

Factores de conversión:

- 1 litro de agua = 1 kg.
- 1 kcal = 1,163 W/h = 0,001163 kWh.

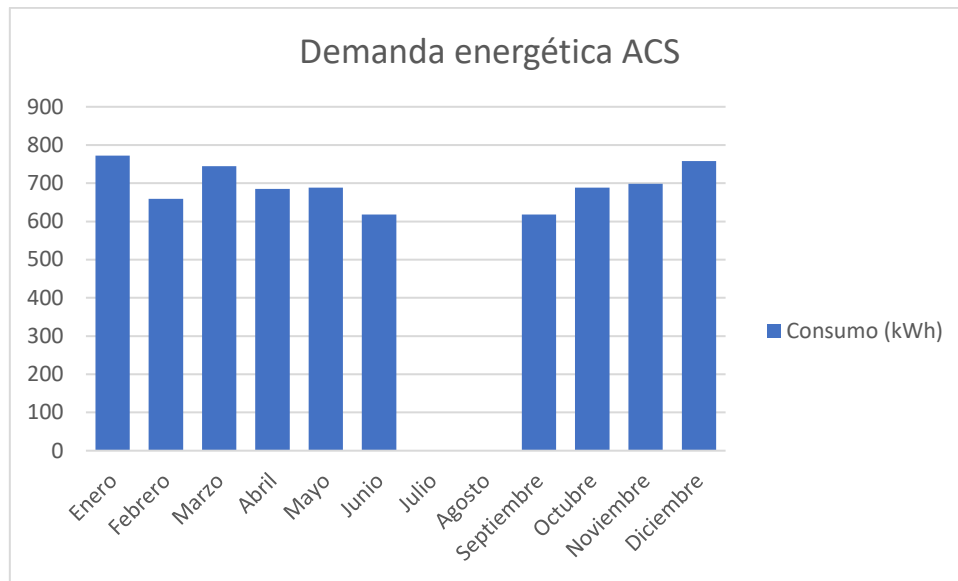
Obtenemos los siguientes resultados:

## 2.1 PABELLÓN DE DEPORTES

Tabla 3: demanda energética de ACS del pabellón de deportes

|                     | Litros/día<br>TOTALES | Consumo<br>ACS (litros) | Salto<br>térmico<br>( $\Delta T$ ) | Demanda<br>Energética<br>(Kcal) | Demanda<br>Energética<br>(kWh) |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Enero</b>        | 525                   | 12075                   | 55                                 | 664125                          | 772,377375                     |
| <b>Febrero</b>      | 525                   | 10500                   | 54                                 | 567000                          | 659,421                        |
| <b>Marzo</b>        | 525                   | 12075                   | 53                                 | 639975                          | 744,290925                     |
| <b>Abril</b>        | 525                   | 11550                   | 51                                 | 589050                          | 685,06515                      |
| <b>Mayo</b>         | 525                   | 12075                   | 49                                 | 591675                          | 688,118025                     |
| <b>Junio</b>        | 525                   | 11550                   | 46                                 | 531300                          | 617,9019                       |
| <b>Julio</b>        | 0                     | 0                       | 33                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Agosto</b>       | 0                     | 0                       | 44                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Septiembre</b>   | 525                   | 11550                   | 46                                 | 531300                          | 617,9019                       |
| <b>Octubre</b>      | 525                   | 12075                   | 49                                 | 591675                          | 688,118025                     |
| <b>Noviembre</b>    | 525                   | 11550                   | 52                                 | 600600                          | 698,4978                       |
| <b>Diciembre</b>    | 525                   | 12075                   | 54                                 | 652050                          | 758,33415                      |
| <b>TOTAL Anual</b>  |                       | 117075                  |                                    | 5958750                         | 6930,02625                     |
| <b>MEDIA Diaria</b> |                       | 525                     |                                    | 26720,9                         | 31,1                           |

Gráfico 1: demanda energética de ACS del pabellón de deportes



Para el cálculo de la potencia necesaria para ACS en el polideportivo, tendremos en cuenta el número máximo de personas que habrá en el edificio, por lo tanto, vamos a considerar 30 personas, entre trabajadores, estudiantes y gente ajena que acceda al edificio. Teniendo en cuenta que las necesidades son de 21 litros/persona y día de ACS, necesitamos calentar 630 litros de agua.

En función del confort necesario para el usuario y fijando un tiempo de calentamiento de agua de 45 minutos con un salto térmico de 62° C podemos calcular la potencia necesaria con la siguiente expresión:

$$P_{ACS} = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

- P = potencia necesaria de la caldera (kcal/h).
- m = caudal másico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 l/kg.
- $C_p$  = calor específico del agua = 1 Kcal/kg °C.
- $\Delta T$  = salto térmico (°C).

Por lo tanto, obtenemos:

$$P = 630 \text{ kg} / 0,75 \text{ h} * 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{C} * (70 \text{ } ^\circ\text{C} - 8 \text{ } ^\circ\text{C}) = 52080 \text{ Kcal/h}$$

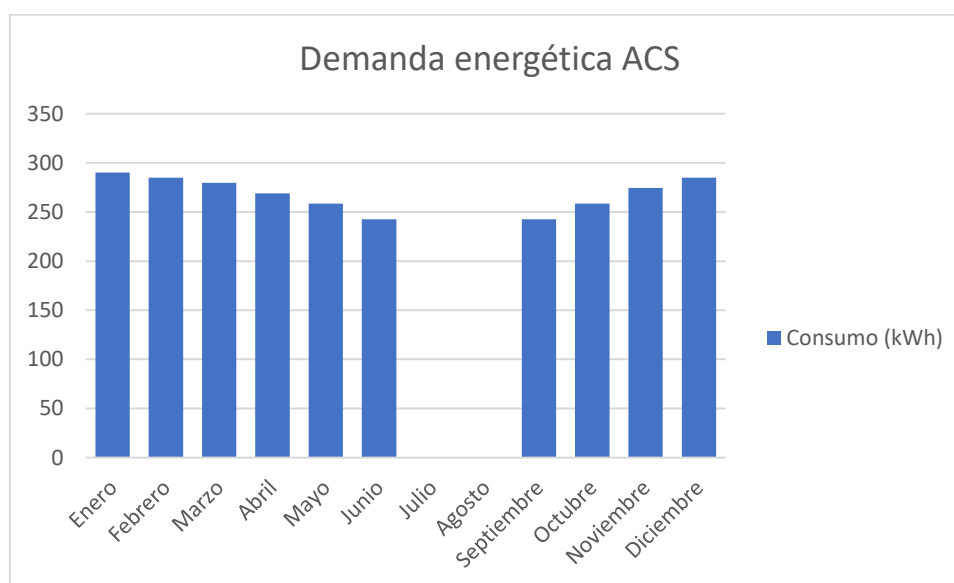
Sabiendo que 1 Kcal/h son 0,0012 kW, obtenemos una potencia de **62,5 kW**.

## 2.2 CAMPO DE FÚTBOL

Tabla 4: demanda energética de ACS del campo de fútbol

|                     | Litros/día<br>TOTALES | Consumo<br>ACS (litros) | Salto<br>térmico ( $\Delta T$ ) | Demanda<br>Energética (Kcal) | Demanda<br>Energética (kWh) |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Enero</b>        | 840                   | 10080                   | 55                              | 554400                       | 644,7672                    |
| <b>Febrero</b>      | 840                   | 10080                   | 54                              | 544320                       | 633,04416                   |
| <b>Marzo</b>        | 840                   | 10080                   | 53                              | 534240                       | 621,32112                   |
| <b>Abril</b>        | 840                   | 10080                   | 51                              | 514080                       | 597,87504                   |
| <b>Mayo</b>         | 840                   | 10080                   | 49                              | 493920                       | 574,42896                   |
| <b>Junio</b>        | 840                   | 10080                   | 46                              | 463680                       | 539,25984                   |
| <b>Julio</b>        | 0                     | 0                       | 33                              | 0                            | 0                           |
| <b>Agosto</b>       | 0                     | 0                       | 44                              | 0                            | 0                           |
| <b>Septiembre</b>   | 840                   | 10080                   | 46                              | 463680                       | 539,25984                   |
| <b>Octubre</b>      | 840                   | 10080                   | 49                              | 493920                       | 574,42896                   |
| <b>Noviembre</b>    | 840                   | 10080                   | 52                              | 524160                       | 609,59808                   |
| <b>Diciembre</b>    | 840                   | 10080                   | 54                              | 544320                       | 633,04416                   |
| <b>TOTAL Anual</b>  |                       | 100800                  |                                 | 5130720                      | 5967,02736                  |
| <b>MEDIA Diaria</b> |                       | 840                     |                                 | 42756,0                      | 49,7                        |

Gráfico 2: demanda de ACS del campo de fútbol



Para el cálculo de la potencia necesaria para ACS en el polideportivo, tendremos en cuenta el número máximo de personas que habrá en el edificio, por lo tanto, vamos a considerar 40 personas, entre trabajadores, jugadores locales y visitantes y gente ajena que acceda a las instalaciones. Teniendo en cuenta que las necesidades son de 21 litros/persona y día de ACS, necesitamos calentar 840 litros de agua.

ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

En función del confort necesario para el usuario y fijando un tiempo de calentamiento de agua de 45 minutos con un salto térmico de 62° C podemos calcular la potencia necesaria con la siguiente expresión:

$$P_{ACS} = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

- P = potencia necesaria de la caldera (kcal/h).
- m = caudal másico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 l/kg.
- $C_p$  = calor específico del agua = 1 Kcal/kg °C.
- $\Delta T$  = salto térmico (°C).

Por lo tanto, obtenemos:

$$P = 840 \text{ kg} / 0,75 \text{ h} * 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}^{\circ\text{C}} * (70^{\circ\text{C}} - 8^{\circ\text{C}}) = 69440 \text{ Kcal/h}$$

Sabiendo que 1 Kcal/h son 0,0012 kW, obtenemos una potencia de **83,4 kW**.

### 3. AYUNTAMIENTO

El ayuntamiento que tiene una superficie de 366 m<sup>2</sup> y dispone de 3 plantas en uso, va a contar con calefacción en todas sus plantas. Y dispone de ACS únicamente en la planta de oficinas. Tendremos en cuenta los siguientes datos:

- La oficina dispone de una plantilla de 5 trabajadores, los cuales trabajan 8 horas al día de lunes a viernes.
- El agua caliente no se emplea de mayo a agosto.

Vamos a calcular cual va a ser la potencia necesaria para dar respuesta a las necesidades de ACS y calefacción.

#### 3.1 DEMANDA ACS

Para determinar la demanda energética de ACS del ayuntamiento:

$$D_{ACS} = usuarios\ al\ mes \times consumo\ de\ ACS \times C_p \times \Delta T$$

Siendo,

$D_{ACS}$  = la demanda energética de ACS.

$C_p$  = calor específico del agua (1 Kcal/kg °C).

$\Delta T$ , salto térmico (60 °C – temperatura agua de red).

Considerando el siguiente consumo de agua (l/día), teniendo en cuenta las personas que trabajan por día:

| Litros/día*persona | Litros/día TOTALES |
|--------------------|--------------------|
| 2                  | 10                 |

Para determinar el salto térmico ( $\Delta T$ ), consideramos la temperatura de agua de la red en la provincia de Soria.

| Mes        | Temperatura |
|------------|-------------|
| Enero      | 5           |
| Febrero    | 6           |
| Marzo      | 7           |
| Abril      | 9           |
| Mayo       | 11          |
| Junio      | 14          |
| Julio      | 27          |
| Agosto     | 16          |
| Septiembre | 14          |
| Octubre    | 11          |
| Noviembre  | 8           |
| Diciembre  | 6           |

ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para el cálculo de la potencia necesaria para ACS, tendremos en cuenta el número máximo de personas que habrá en la vivienda, por lo tanto, vamos a considerar 10 personas, entre trabajadores y gente ajena que acceda al edificio. Teniendo en cuenta que las necesidades son de 2 litros/persona y día de ACS, necesitamos calentar 20 litros de agua.

En función del confort necesario para el usuario y fijando un tiempo de calentamiento de agua de 45 minutos con un salto térmico de 62° C podemos calcular la potencia necesaria con la siguiente expresión:

$$P_{ACS} = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

- P = potencia necesaria de la caldera (kcal/h).
- m = caudal másico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 l/kg.
- $C_p$  = calor específico del agua = 1 Kcal/kg °C.
- $\Delta T$  = salto térmico (°C).

Por lo tanto, obtenemos:

$$P = 20 \text{ kg} / 0,75 \text{ h} * 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{C} * (70 \text{ } ^\circ\text{C} - 8 \text{ } ^\circ\text{C}) = 1653,3 \text{ Kcal/h}$$

Sabiendo que 1 Kcal/h son 0,0012 kW, obtenemos una potencia de **1,99 kW**.

Finalmente obteniendo los siguientes resultados de demanda energética:

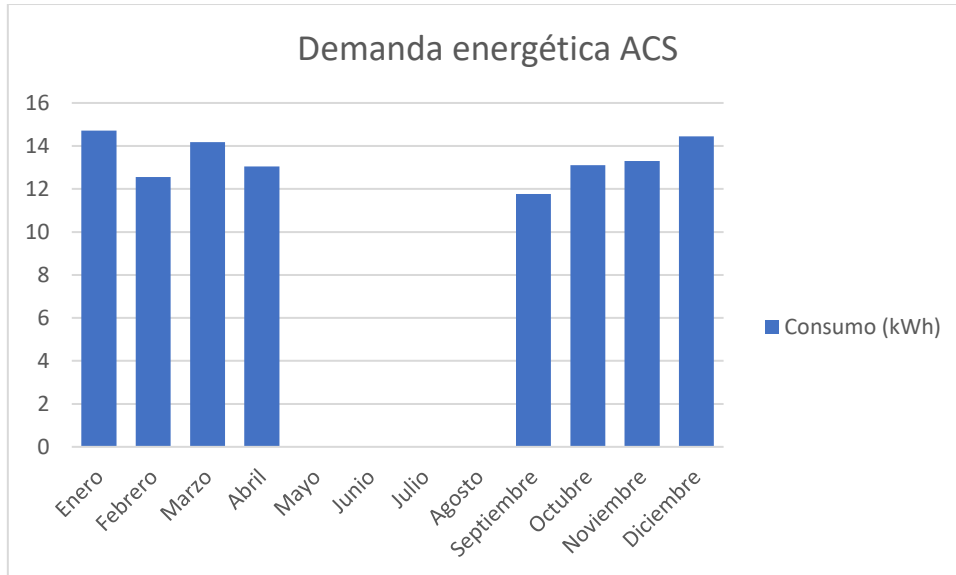
Tabla 5: demanda energética de ACS del ayuntamiento

|                     | Litros/día<br>TOTALES | Consumo<br>ACS (litros) | Salto<br>térmico<br>( $\Delta T$ ) | Demanda<br>Energética<br>(Kcal) | Demanda<br>Energética<br>(kWh) |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Enero</b>        | 10                    | 230                     | 55                                 | 12650                           | 14,71195                       |
| <b>Febrero</b>      | 10                    | 200                     | 54                                 | 10800                           | 12,5604                        |
| <b>Marzo</b>        | 10                    | 230                     | 53                                 | 12190                           | 14,17697                       |
| <b>Abril</b>        | 10                    | 220                     | 51                                 | 11220                           | 13,04886                       |
| <b>Mayo</b>         | 0                     | 0                       | 49                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Junio</b>        | 0                     | 0                       | 46                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Julio</b>        | 0                     | 0                       | 33                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Agosto</b>       | 0                     | 0                       | 44                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Septiembre</b>   | 10                    | 220                     | 46                                 | 10120                           | 11,76956                       |
| <b>Octubre</b>      | 10                    | 230                     | 49                                 | 11270                           | 13,10701                       |
| <b>Noviembre</b>    | 10                    | 220                     | 52                                 | 11440                           | 13,30472                       |
| <b>Diciembre</b>    | 10                    | 230                     | 54                                 | 12420                           | 14,44446                       |
| <b>TOTAL Anual</b>  |                       | 1780                    |                                    | 92110                           | 107,12393                      |
| <b>MEDIA Diaria</b> |                       | 10                      |                                    | 517,5                           | 0,6                            |



De forma gráfica:

Gráfico 3: gráfico de la demanda de ACS



### 3.2 DEMANDA DE CALEFACCIÓN

Tenemos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para calefacción, utilizamos un ratio aproximado de 0,1 kW/m<sup>2</sup> que multiplicado por la superficie total de las 3 plantas del ayuntamiento (1098 m<sup>2</sup>) nos daría una potencia de 109, 8 kW.
- Empleamos un coeficiente de intermitencia de 0,33 ya que nuestra calefacción trabajara como máximo 8 de las 24 horas que tiene el día.

Para el cálculo de la demanda energética de la calefacción:

$$D_{CALEF} = Potencia \times num. \frac{Horas}{día} \times num. \frac{Dias}{año} \times coef. Intermitencia$$

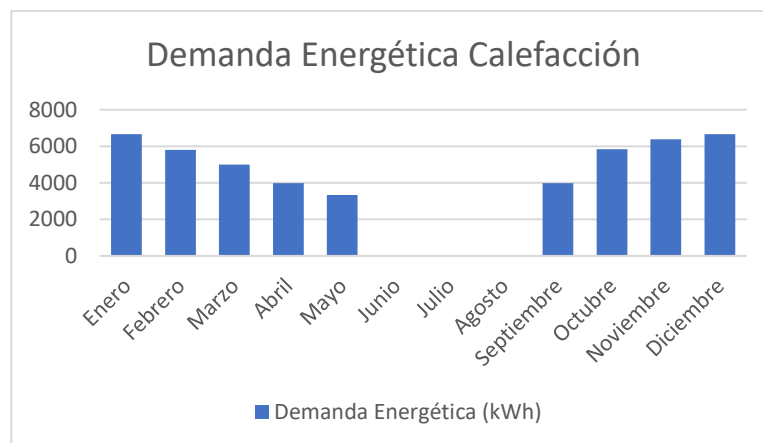
ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Con los siguientes resultados:

Tabla 6: demanda de calefacción del ayuntamiento

|                     | Potencia (Kw) | Horas día (h) | Horas mes (h) | Coef. Intermitencia | Demanda Energética (kWh) |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|--------------------------|
| <b>Enero</b>        | 109,8         | 8             | 184           | 0,33                | 6667,056                 |
| <b>Febrero</b>      | 109,8         | 8             | 160           | 0,33                | 5797,44                  |
| <b>Marzo</b>        | 109,8         | 6             | 138           | 0,33                | 5000,292                 |
| <b>Abril</b>        | 109,8         | 5             | 110           | 0,33                | 3985,74                  |
| <b>Mayo</b>         | 109,8         | 4             | 92            | 0,33                | 3333,528                 |
| <b>Junio</b>        | 109,8         | 0             | 0             | 0,33                | 0                        |
| <b>Julio</b>        | 109,8         | 0             | 0             | 0,33                | 0                        |
| <b>Agosto</b>       | 109,8         | 0             | 0             | 0,33                | 0                        |
| <b>Septiembre</b>   | 109,8         | 5             | 110           | 0,33                | 3985,74                  |
| <b>Octubre</b>      | 109,8         | 7             | 161           | 0,33                | 5833,674                 |
| <b>Noviembre</b>    | 109,8         | 8             | 176           | 0,33                | 6377,184                 |
| <b>Diciembre</b>    | 109,8         | 8             | 184           | 0,33                | 6667,056                 |
| <b>TOTAL Anual</b>  |               |               | 1315          |                     | 47647,7                  |
| <b>MEDIA Diaria</b> |               |               | 7,4           |                     | 267,7                    |

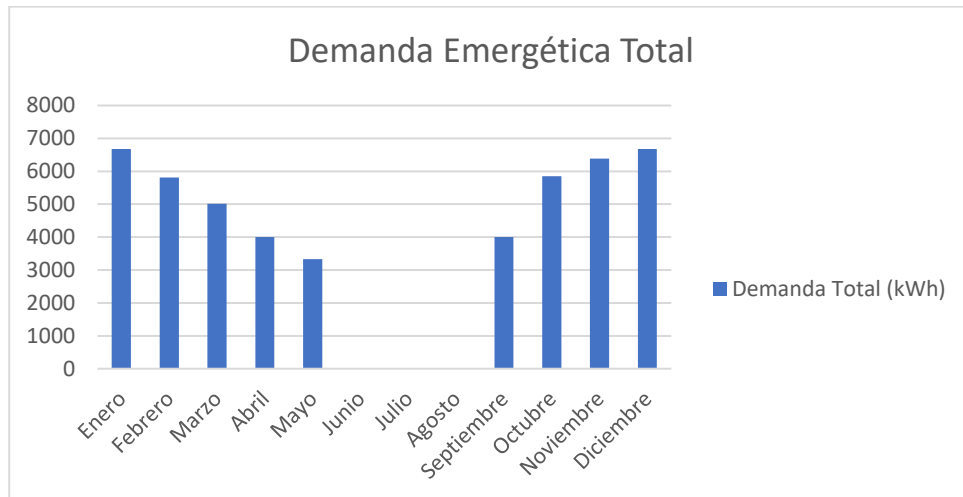
Gráfico 4: gráfico de la demanda de calefacción del ayuntamiento



### 3.3 DEMANDA TOTAL

Graficando la demanda en conjunto de calefacción y ACS nos queda la siguiente gráfica:

Gráfico 5: suma de la demanda energética y de ACS



## 4. CENTRO DE SALUD

El centro de salud que tiene una superficie de 309 m<sup>2</sup> y dispone de 2 plantas en uso, va a contar con calefacción en todas sus plantas. Además de disponer de ACS en ambas plantas. Tendremos en cuenta los siguientes datos:

- El número de usuarios varia constantemente, ya que no se puede precisar exactamente el número de usuarios que acuden al día al centro de salud, por lo tanto, lo estaremos diferenciando 2 periodos: verano e invierno.
- En verano (julio y agosto), la media de usuarios que acuden al día al centro es de 24 usuarios al día, ya que en estos meses se acude menos al centro.
- Mientras que el resto de meses, la media de usuarios es de 30 al día.
- El centro de salud consta de 2 médicos.
- El horario del centro de salud es de 9 de la mañana a 2 de la tarde.

Vamos a calcular a continuación cual va a ser la potencia necesaria para dar respuesta a las necesidades de ACS y calefacción.

### 4.1 DEMANDA DE ACS

Para determinar la demanda energética de ACS del ayuntamiento:

$$D_{ACS} = usuarios\ al\ mes \times consumo\ de\ ACS \times C_p \times \Delta T$$

Siendo,

$D_{ACS}$  = la demanda energética de ACS.

$C_p$  = calor específico del agua (1 Kcal/kg °C).

$\Delta T$ , salto térmico (60 °C – temperatura agua de red).

Considerando el siguiente consumo de agua (l/día), teniendo en cuenta las personas que trabajan por día:

|           | Litros/día*persona | Litros/día TOTALES |
|-----------|--------------------|--------------------|
| Verano    | 41                 | 1066               |
| Resto año | 41                 | 1312               |

Para determinar el salto térmico ( $\Delta T$ ), consideramos la temperatura de agua de la red en la provincia de Soria (ya adjuntados anteriormente).

ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para el cálculo de la potencia necesaria para ACS, tendremos en cuenta el número máximo de personas que habrá en la vivienda, por lo tanto, vamos a considerar un máximo de 40 personas, entre trabajadores y gente ajena que acceda al edificio. Teniendo en cuenta que las necesidades son de 41 litros/persona y día de ACS, necesitamos calentar 1640 litros de agua.

En función del confort necesario para el usuario y fijando un tiempo de calentamiento de agua de 45 minutos con un salto térmico de 62° C podemos calcular la potencia necesaria con la siguiente expresión:

$$P_{ACS} = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

- P = potencia necesaria de la caldera (kcal/h).
- m = caudal másico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 l/kg.
- $C_p$  = calor específico del agua = 1 Kcal/kg °C.
- $\Delta T$  = salto térmico (°C).

Por lo tanto, obtenemos:

$$P = 1640kg / 0,75 h * 1 \frac{kcal}{kg} ^\circ C * (70 ^\circ C - 8 ^\circ C) = 135573,33 Kcal/h$$

Sabiendo que 1 Kcal/h son 0,0012 kW, obtenemos una potencia de **162,69 kW**.

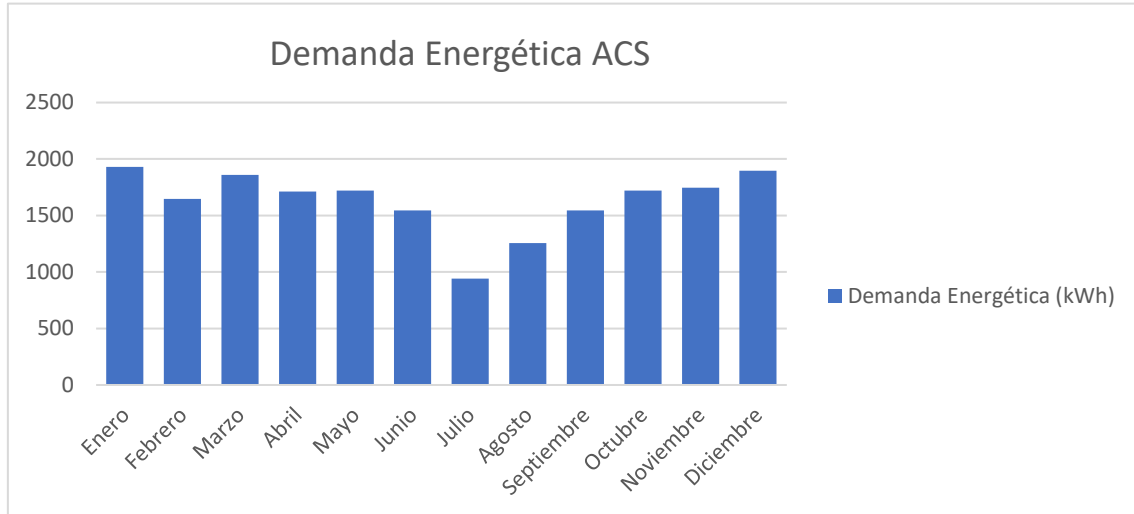
Finalmente obteniendo los siguientes resultados de demanda energética:

Tabla 7: demanda de ACS del centro de salud

|                     | Litros/día<br>TOTALES | Consumo<br>ACS (litros) | Salto<br>térmico<br>( $\Delta T$ ) | Demanda<br>Energética<br>(Kcal) | Demanda<br>Energética<br>(kWh) |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Enero</b>        | 1312                  | 30176                   | 55                                 | 1659680                         | 1930,20784                     |
| <b>Febrero</b>      | 1312                  | 26240                   | 54                                 | 1416960                         | 1647,92448                     |
| <b>Marzo</b>        | 1312                  | 30176                   | 53                                 | 1599328                         | 1860,018464                    |
| <b>Abril</b>        | 1312                  | 28864                   | 51                                 | 1472064                         | 1712,010432                    |
| <b>Mayo</b>         | 1312                  | 30176                   | 49                                 | 1478624                         | 1719,639712                    |
| <b>Junio</b>        | 1312                  | 28864                   | 46                                 | 1327744                         | 1544,166272                    |
| <b>Julio</b>        | 1066                  | 24518                   | 33                                 | 809094                          | 940,976322                     |
| <b>Agosto</b>       | 1066                  | 24518                   | 44                                 | 1078792                         | 1254,635096                    |
| <b>Septiembre</b>   | 1312                  | 28864                   | 46                                 | 1327744                         | 1544,166272                    |
| <b>Octubre</b>      | 1312                  | 30176                   | 49                                 | 1478624                         | 1719,639712                    |
| <b>Noviembre</b>    | 1312                  | 28864                   | 52                                 | 1500928                         | 1745,579264                    |
| <b>Diciembre</b>    | 1312                  | 30176                   | 54                                 | 1629504                         | 1895,113152                    |
| <b>TOTAL Anual</b>  |                       | 341612                  |                                    | 16779086                        | 19514,07702                    |
| <b>MEDIA Diaria</b> |                       | 1919,168539             |                                    | 94264,5                         | 109,6                          |

De forma gráfica:

Gráfico 6: demanda de ACS del centro de salud



## 4.2 DEMANDA DE CALEFACCIÓN

Tenemos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para calefacción, utilizamos un ratio aproximado de 0,1 kW/m<sup>2</sup> que multiplicado por la superficie total de las 2 plantas del ayuntamiento (618 m<sup>2</sup>) nos daría una potencia de 61,8 kW.
- Empleamos un coeficiente de intermitencia de 0,21 ya que nuestra calefacción trabajara como máximo 5 de las 24 horas que tiene el día.

Para el cálculo de la demanda energética de la calefacción:

$$D_{CALEF} = Potencia \times num. \frac{Horas}{día} \times num. \frac{Dias}{año} \times coef. Intermitencia$$

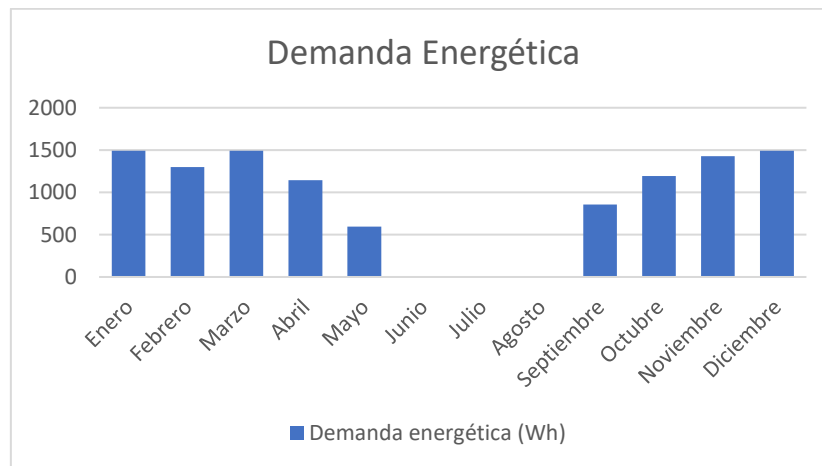
ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Con los siguientes resultados:

Tabla 8: demanda de calefacción del centro de salud

|                     | Potencia (Kw) | Horas día (h) | Horas mes (h) | Coef. Intermitencia | Demanda Energética (kWh) |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|--------------------------|
| <b>Enero</b>        | 61,8          | 5             | 115           | 0,21                | 1492,47                  |
| <b>Febrero</b>      | 61,8          | 5             | 100           | 0,21                | 1297,8                   |
| <b>Marzo</b>        | 61,8          | 5             | 115           | 0,21                | 1492,47                  |
| <b>Abril</b>        | 61,8          | 4             | 88            | 0,21                | 1142,064                 |
| <b>Mayo</b>         | 61,8          | 2             | 46            | 0,21                | 596,988                  |
| <b>Junio</b>        | 61,8          | 0             | 0             | 0,21                | 0                        |
| <b>Julio</b>        | 61,8          | 0             | 0             | 0,21                | 0                        |
| <b>Agosto</b>       | 61,8          | 0             | 0             | 0,21                | 0                        |
| <b>Septiembre</b>   | 61,8          | 3             | 66            | 0,21                | 856,548                  |
| <b>Octubre</b>      | 61,8          | 4             | 92            | 0,21                | 1193,976                 |
| <b>Noviembre</b>    | 61,8          | 5             | 110           | 0,21                | 1427,58                  |
| <b>Diciembre</b>    | 61,8          | 5             | 115           | 0,21                | 1492,47                  |
| <b>TOTAL Anual</b>  |               |               | 847           |                     | 10992,4                  |
| <b>MEDIA Diaria</b> |               |               | 4,8           |                     | 61,8                     |

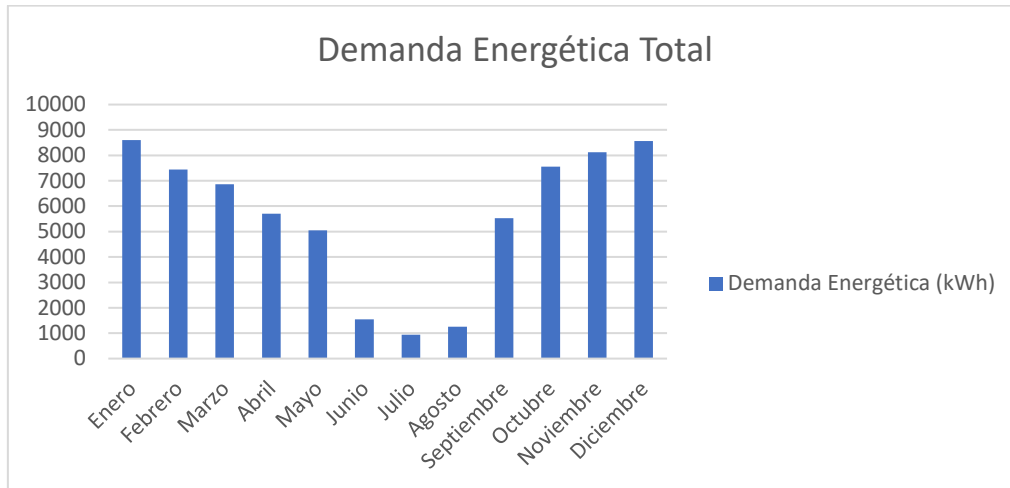
Gráfico 7: demanda de calefacción del centro de salud



### 4.3 DEMANDA TOTAL

Graficando la demanda en conjunto de calefacción y ACS nos queda la siguiente gráfica:

Gráfico 8: suma de la demanda de calefacción y ACS





## 5. COLEGIO

El colegio que tiene una superficie de 1645 m<sup>2</sup> y dispone de 2 plantas, anteriormente cuando el número de alumnos era más elevado se empleaban las 2, actualmente solo hay una de uso diario. Tendremos en cuenta los siguientes datos:

- El número de alumnos del colegio es de 31.
- Dispone de una plantilla de 5 profesores.
- Permanece abierto durante el calendario escolar. Es decir, el colegio está cerrado en julio, agosto, las 2 primeras semanas de septiembre, la última semana de junio, vacaciones de navidad y Semana Santa.
- El horario de apertura es de 9 de la mañana a 2 de la tarde todos los días, y los miércoles de 4 a 5 también.

Vamos a calcular cual va a ser la potencia necesaria para dar respuesta a las necesidades de ACS y calefacción.

### 5.1 DEMANDA DE ACS

Para determinar la demanda energética de ACS del ayuntamiento:

$$D_{ACS} = usuarios\ al\ mes \times consumo\ de\ ACS \times C_p \times \Delta T$$

Siendo,

$D_{ACS}$  = la demanda energética de ACS.

$C_p$  = calor específico del agua (1 Kcal/kg °C).

$\Delta T$ , salto térmico (60 °C – temperatura agua de red).

Considerando el siguiente consumo de agua (l/día), teniendo en cuenta las personas que trabajan por día:

| Instalación | Litros/día*persona | Litros/día TOTALES |
|-------------|--------------------|--------------------|
| COLEGIO     | 4                  | 144                |

Para determinar el salto térmico ( $\Delta T$ ), consideramos la temperatura de agua de la red en la provincia de Soria (ya adjuntados anteriormente).

ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para el cálculo de la potencia necesaria para ACS, tendremos en cuenta el número máximo de personas que habrá en la vivienda, por lo tanto, vamos a considerar un máximo de 40 personas, entre trabajadores, estudiantes y gente ajena que acceda al edificio. Teniendo en cuenta que las necesidades son de 4 litros/persona y día de ACS, necesitamos calentar 160 litros de agua.

En función del confort necesario para el usuario y fijando un tiempo de calentamiento de agua de 45 minutos con un salto térmico de 62° C podemos calcular la potencia necesaria con la siguiente expresión:

$$P_{ACS} = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

- P = potencia necesaria de la caldera (kcal/h).
- m = caudal másico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 l/kg.
- $C_p$  = calor específico del agua = 1 Kcal/kg °C.
- $\Delta T$  = salto térmico (°C).

Por lo tanto, obtenemos:

$$P = 160kg / 0,75 h * 1 \frac{kcal}{kg} ^\circ C * (70 ^\circ C - 8 ^\circ C) = 13226,67 Kcal/h$$

Sabiendo que 1 Kcal/h son 0,0012 kW, obtenemos una potencia de **15,87 kW**.

Obteniendo los siguientes resultados:

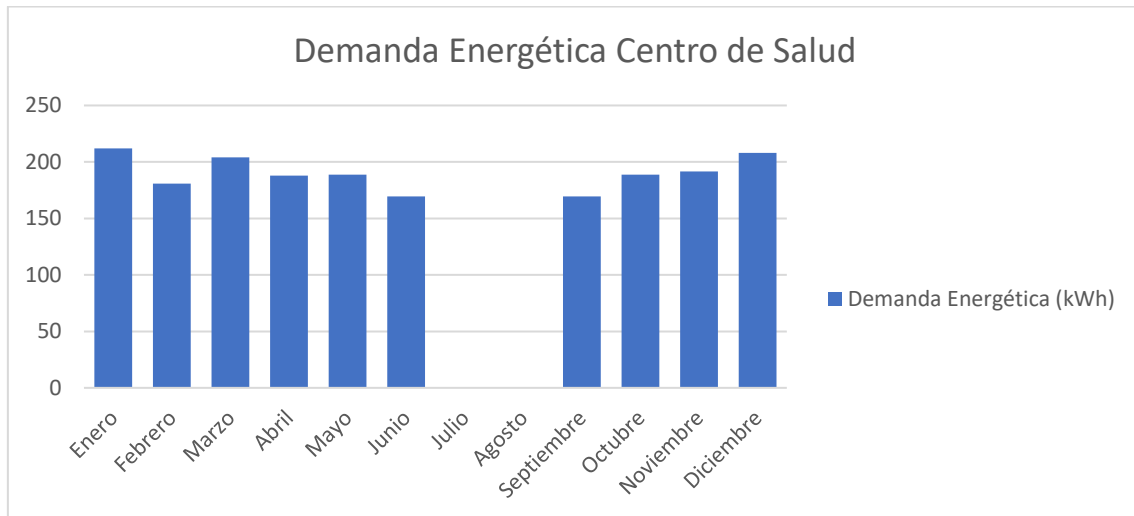
Tabla 9: demanda de ACS del colegio

|                   | Litros/día<br>TOTALES | Consumo<br>ACS (litros) | Salto<br>térmico<br>( $\Delta T$ ) | Demanda<br>Energética<br>(Kcal) | Demanda<br>Energética<br>(kWh) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Enero</b>      | 144                   | 3312                    | 55                                 | 182160                          | 211,85208                      |
| <b>Febrero</b>    | 144                   | 2880                    | 54                                 | 155520                          | 180,86976                      |
| <b>Marzo</b>      | 144                   | 3312                    | 53                                 | 175536                          | 204,148368                     |
| <b>Abril</b>      | 144                   | 3168                    | 51                                 | 161568                          | 187,903584                     |
| <b>Mayo</b>       | 144                   | 3312                    | 49                                 | 162288                          | 188,740944                     |
| <b>Junio</b>      | 144                   | 3168                    | 46                                 | 145728                          | 169,481664                     |
| <b>Julio</b>      | 0                     | 0                       | 33                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Agosto</b>     | 0                     | 0                       | 44                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Septiembre</b> | 144                   | 3168                    | 46                                 | 145728                          | 169,481664                     |
| <b>Octubre</b>    | 144                   | 3312                    | 49                                 | 162288                          | 188,740944                     |
| <b>Noviembre</b>  | 144                   | 3168                    | 52                                 | 164736                          | 191,587968                     |
| <b>Diciembre</b>  | 144                   | 3312                    | 54                                 | 178848                          | 208,000224                     |

|                     |  |             |  |         |           |
|---------------------|--|-------------|--|---------|-----------|
| <b>TOTAL Anual</b>  |  | 32112       |  | 1634400 | 1900,8072 |
| <b>MEDIA Diaria</b> |  | 180,4044944 |  | 9182,0  | 10,7      |

De forma gráfica:

Gráfico 9: demanda de ACS del colegio



## 5.2 DEMANDA DE CALEFACCIÓN

Tenemos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para calefacción, utilizamos un ratio aproximado de 0,1 kW/m<sup>2</sup> que multiplicado por la superficie total de una planta del colegio (1645m<sup>2</sup>) nos daría una potencia de 164,5 kW.
- Empleamos un coeficiente de intermitencia de 0,25 ya que nuestra calefacción trabajara como máximo 6 de las 24 horas que tiene el día.

Para el cálculo de la demanda energética de la calefacción:

$$D_{CALEF} = Potencia \times num. \frac{Horas}{día} \times num. \frac{Dias}{año} \times coef. Intermitencia$$

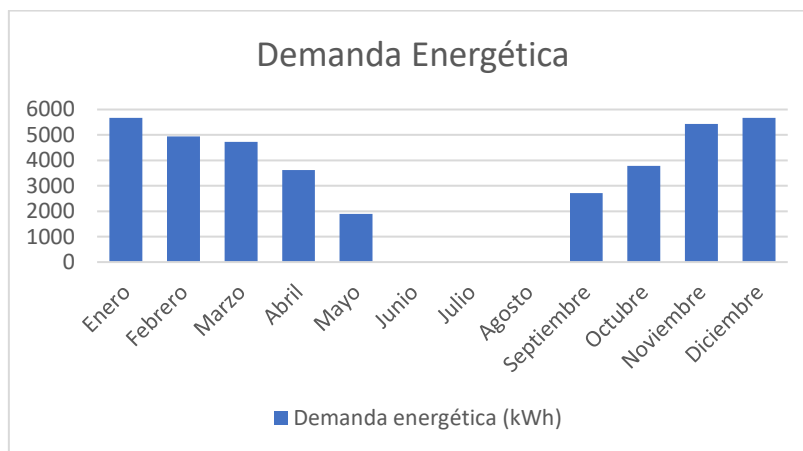
ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Con los siguientes resultados:

Tabla 10: demanda de calefacción del colegio

|                     | Potencia (Kw) | Horas día (h) | Horas mes (h) | Coef. Intermitencia | Demanda Energética (kWh) |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|--------------------------|
| <b>Enero</b>        | 164,5         | 6             | 138           | 0,25                | 5675,25                  |
| <b>Febrero</b>      | 164,5         | 6             | 120           | 0,25                | 4935                     |
| <b>Marzo</b>        | 164,5         | 5             | 115           | 0,25                | 4729,375                 |
| <b>Abril</b>        | 164,5         | 4             | 88            | 0,25                | 3619                     |
| <b>Mayo</b>         | 164,5         | 2             | 46            | 0,25                | 1891,75                  |
| <b>Junio</b>        | 164,5         | 0             | 0             | 0,25                | 0                        |
| <b>Julio</b>        | 164,5         | 0             | 0             | 0,25                | 0                        |
| <b>Agosto</b>       | 164,5         | 0             | 0             | 0,25                | 0                        |
| <b>Septiembre</b>   | 164,5         | 3             | 66            | 0,25                | 2714,25                  |
| <b>Octubre</b>      | 164,5         | 4             | 92            | 0,25                | 3783,5                   |
| <b>Noviembre</b>    | 164,5         | 6             | 132           | 0,25                | 5428,5                   |
| <b>Diciembre</b>    | 164,5         | 6             | 138           | 0,25                | 5675,25                  |
| <b>TOTAL Anual</b>  |               |               | 935           |                     | 38451,9                  |
| <b>MEDIA Diaria</b> |               |               | 5,3           |                     | 216,0                    |

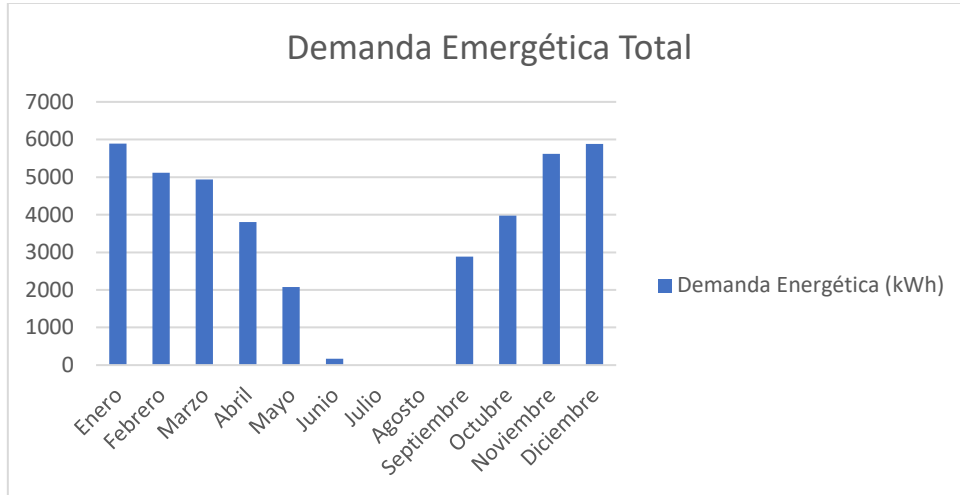
Gráfico 10: demanda de calefacción del colegio



### 5.3 DEMANDA TOTAL

Graficando la demanda en conjunto de calefacción y ACS nos queda la siguiente gráfica:

Gráfico 11: suma de la demanda de calefacción y ACS del colegio



## 6. GUARDERÍA

El colegio que tiene una superficie de 235 m<sup>2</sup> y dispone de 1 planta. Tendremos en cuenta los siguientes datos:

- El número de alumnos del colegio es de 4.
- Dispone de una plantilla de 1 profesor.
- Permanece abierto durante el calendario escolar. Es decir, el colegio está cerrado en julio, agosto, las 2 primeras semanas de septiembre, la última semana de junio, vacaciones de navidad y Semana Santa.
- El horario de apertura es de 9 de la mañana a 2 de la tarde todos los días.

Vamos a calcular cual va a ser la potencia necesaria para dar respuesta a las necesidades de ACS y calefacción.

### 6.1 DEMANDA DE ACS

Para determinar la demanda energética de ACS del ayuntamiento:

$$D_{ACS} = usuarios\ al\ mes \times consumo\ de\ ACS \times C_p \times \Delta T$$

Siendo,

$D_{ACS}$  = la demanda energética de ACS.

$C_p$  = calor específico del agua (1 Kcal/kg °C).

$\Delta T$ , salto térmico (60 °C – temperatura agua de red).

Considerando el siguiente consumo de agua (l/día), teniendo en cuenta las personas que trabajan por día:

| Instalación | Litros/día*persona | Litros/día TOTALES |
|-------------|--------------------|--------------------|
| GUARDERÍA   | 4                  | 24                 |

Para determinar el salto térmico ( $\Delta T$ ), consideramos la temperatura de agua de la red en la provincia de Soria (ya adjuntados anteriormente).

Para el cálculo de la potencia necesaria para ACS, tendremos en cuenta el número máximo de personas que habrá en la vivienda, por lo tanto, vamos a considerar un máximo de 10 personas, entre trabajadores, niños y gente ajena que acceda al edificio. Teniendo en cuenta que las necesidades son de 4 litros/persona y día de ACS, necesitamos calentar 40 litros de agua.

ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

En función del confort necesario para el usuario y fijando un tiempo de calentamiento de agua de 45 minutos con un salto térmico de 62° C podemos calcular la potencia necesaria con la siguiente expresión:

$$P_{ACS} = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

- P = potencia necesaria de la caldera (kcal/h).
- m = caudal másico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 l/kg.
- $C_p$  = calor específico del agua = 1 Kcal/kg °C.
- $\Delta T$  = salto térmico (°C).

Por lo tanto, obtenemos:

$$P = 40kg / 0,75 h * 1 \frac{kcal}{kg} ^\circ C * (70 ^\circ C - 8 ^\circ C) = 3306,67 Kcal/h$$

Sabiendo que 1 Kcal/h son 0,0012 kW, obtenemos una potencia de **4 kW**.

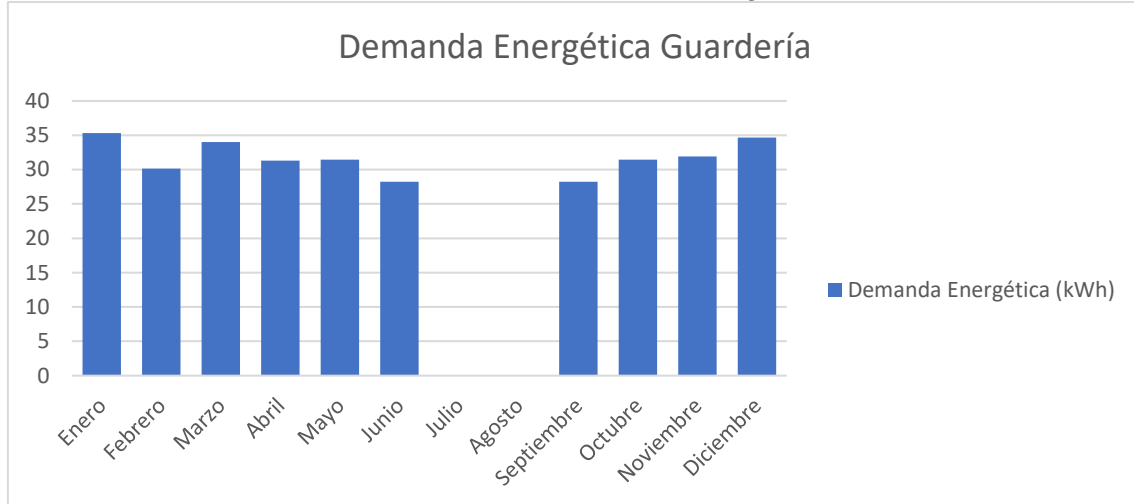
Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11: demanda de ACS de la guardería

|                     | Litros/día<br>TOTALES | Consumo<br>ACS (litros) | Salto<br>térmico<br>( $\Delta T$ ) | Demanda<br>Energética<br>(Kcal) | Demanda<br>Energética<br>(kWh) |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Enero</b>        | 24                    | 552                     | 55                                 | 30360                           | 35,30868                       |
| <b>Febrero</b>      | 24                    | 480                     | 54                                 | 25920                           | 30,14496                       |
| <b>Marzo</b>        | 24                    | 552                     | 53                                 | 29256                           | 34,024728                      |
| <b>Abril</b>        | 24                    | 528                     | 51                                 | 26928                           | 31,317264                      |
| <b>Mayo</b>         | 24                    | 552                     | 49                                 | 27048                           | 31,456824                      |
| <b>Junio</b>        | 24                    | 528                     | 46                                 | 24288                           | 28,246944                      |
| <b>Julio</b>        | 0                     | 0                       | 33                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Agosto</b>       | 0                     | 0                       | 44                                 | 0                               | 0                              |
| <b>Septiembre</b>   | 24                    | 528                     | 46                                 | 24288                           | 28,246944                      |
| <b>Octubre</b>      | 24                    | 552                     | 49                                 | 27048                           | 31,456824                      |
| <b>Noviembre</b>    | 24                    | 528                     | 52                                 | 27456                           | 31,931328                      |
| <b>Diciembre</b>    | 24                    | 552                     | 54                                 | 29808                           | 34,666704                      |
| <b>TOTAL Anual</b>  |                       | 5352                    |                                    | 272400                          | 316,8012                       |
| <b>MEDIA Diaria</b> |                       | 30,06741573             |                                    | 1530,3                          | 1,8                            |

Que de forma gráfica:

Gráfico 12: demanda de ACS de la guardería



## 6.2 DEMANDA DE CALEFACCIÓN

Tenemos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para calefacción, utilizamos un ratio aproximado de 0,1 kW/m<sup>2</sup> que multiplicado por la superficie total de una planta del colegio (235m<sup>2</sup>) nos daría una potencia de 23,5 kW.
- Empleamos un coeficiente de intermitencia de 0,21 ya que nuestra calefacción trabajara como máximo 5 de las 24 horas que tiene el día.

Para el cálculo de la demanda energética de la calefacción:

$$D_{CALEF} = Potencia \times num. \frac{Horas}{día} \times num. \frac{Dias}{año} \times coef. Intermitencia$$



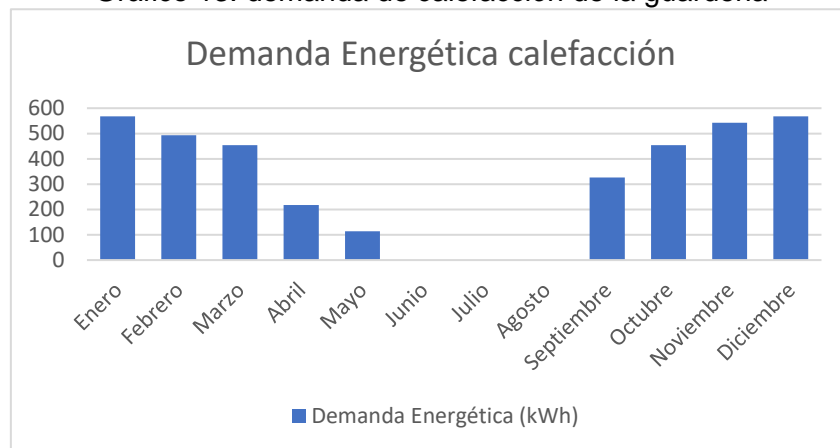
ANEJO 5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Con los siguientes resultados:

Tabla 12: demanda de calefacción de la guardería

|                     | Potencia (Kw) | Horas día (h) | Horas mes (h) | Coef. Intermitencia | Demanda Energética (kWh) |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|--------------------------|
| <b>Enero</b>        | 23,5          | 5             | 115           | 0,21                | 567,525                  |
| <b>Febrero</b>      | 23,5          | 5             | 100           | 0,21                | 493,5                    |
| <b>Marzo</b>        | 23,5          | 4             | 92            | 0,21                | 454,02                   |
| <b>Abril</b>        | 23,5          | 2             | 44            | 0,21                | 217,14                   |
| <b>Mayo</b>         | 23,5          | 1             | 23            | 0,21                | 113,505                  |
| <b>Junio</b>        | 23,5          | 0             | 0             | 0,21                | 0                        |
| <b>Julio</b>        | 23,5          | 0             | 0             | 0,21                | 0                        |
| <b>Agosto</b>       | 23,5          | 0             | 0             | 0,21                | 0                        |
| <b>Septiembre</b>   | 23,5          | 3             | 66            | 0,21                | 325,71                   |
| <b>Octubre</b>      | 23,5          | 4             | 92            | 0,21                | 454,02                   |
| <b>Noviembre</b>    | 23,5          | 5             | 110           | 0,21                | 542,85                   |
| <b>Diciembre</b>    | 23,5          | 5             | 115           | 0,21                | 567,525                  |
| <b>TOTAL Anual</b>  |               |               | 757           |                     | 3735,8                   |
| <b>MEDIA Diaria</b> |               |               | 4,3           |                     | 21,0                     |

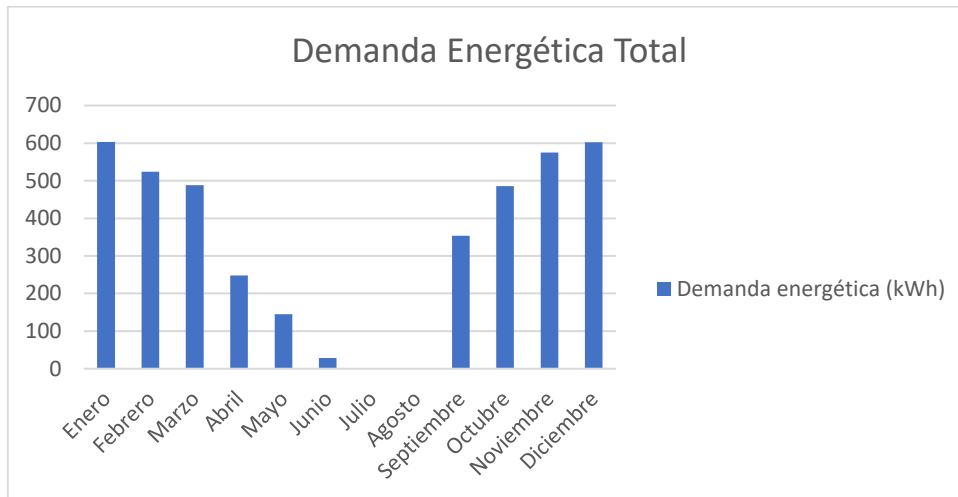
Gráfico 13: demanda de calefacción de la guardería



### 6.3 DEMANDA TOTAL

Graficando la demanda en conjunto de calefacción y ACS nos queda la siguiente gráfica:

Gráfico 14: demanda total de ACS y calefacción de la guardería



## 7. RESUMEN DEL TOTAL DE LA DEMANDA

El resumen del total de la demanda energética en kWh de los edificios de la red de calor, sumando tanto el consumo de ACS como de calefacción, se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 13: resumen del total de la demanda energética

|                        | P.<br>DEPORTES | CAMPO<br>FÚTBOL | AYUNTAMIENTO | C.<br>SALUD | COLEGIO  | GUARDERÍA | TOTAL<br>(kWh) |
|------------------------|----------------|-----------------|--------------|-------------|----------|-----------|----------------|
| <b>Enero</b>           | 772,38         | 644,77          | 6681,77      | 3422,68     | 5887,1   | 602,84    | 18011,54       |
| <b>Febrero</b>         | 659,42         | 633,04          | 5810         | 2945,72     | 5115,87  | 523,64    | 15687,69       |
| <b>Marzo</b>           | 744,29         | 621,32          | 5014,47      | 3352,49     | 4933,53  | 488,04    | 15154,14       |
| <b>Abril</b>           | 685,07         | 597,88          | 3998,79      | 2854,07     | 3806,9   | 248,46    | 12191,17       |
| <b>Mayo</b>            | 688,12         | 574,43          | 3333,53      | 2316,63     | 2080,49  | 144,97    | 9138,17        |
| <b>Junio</b>           | 617,9          | 539,26          | 0            | 1544,17     | 169,48   | 28,25     | 2899,06        |
| <b>Julio</b>           | 0              | 0               | 0            | 940,98      | 0        | 0         | 940,98         |
| <b>Agosto</b>          | 0              | 0               | 0            | 1254,64     | 0        | 0         | 1254,64        |
| <b>Septiembre</b>      | 617,9          | 539,26          | 3997,51      | 2400,72     | 2883,73  | 353,96    | 10793,08       |
| <b>Octubre</b>         | 688,12         | 574,43          | 5846,78      | 2913,62     | 3972,24  | 485,48    | 14480,67       |
| <b>Noviembre</b>       | 698,5          | 609,6           | 6390,48      | 3173,16     | 5620,09  | 574,78    | 17066,61       |
| <b>Diciembre</b>       | 758,33         | 633,04          | 6681,5       | 3387,58     | 5883,25  | 602,2     | 17945,9        |
| <b>TOTAL<br/>(kWh)</b> | 6930,03        | 5967,03         | 47754,83     | 30506,46    | 40352,68 | 4052,62   | 135563,65      |

Tabla x:

Tabla de elaboración propia



## ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1. INSTALACIÓN HIDRAÚLICA.....                     | 2  |
| 2. CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS.....              | 4  |
| 3. CÁLCULO DE LAS BOMBAS .....                     | 15 |
| 3.1. CÁLCULO POR TRAMOS .....                      | 17 |
| 4. DEPÓSITO DE INERCIA .....                       | 20 |
| 5. VOLUMEN DE AGUA DE RED DE CALOR.....            | 22 |
| 6. DISEÑO DE TRANSPORTE DE CALOR AL SECADERO ..... | 24 |
| 6.1. TUBERÍAS Y CONDUCTOS.....                     | 24 |
| 6.2. BOMBA HIDRAÚLICA .....                        | 25 |

# 1. INSTALACIÓN HIDRÁULICA

El presente anejo contiene el cálculo para el dimensionado de la instalación hidráulica realizada para el proyecto “Red de Calor por Biomasa para el municipio de Duruelo de la Sierra (Soria)”.

Siendo el objetivo principal de este estudio:

- Definición de los distintos componentes para el correcto dimensionado hidráulico de la Red de Calor.

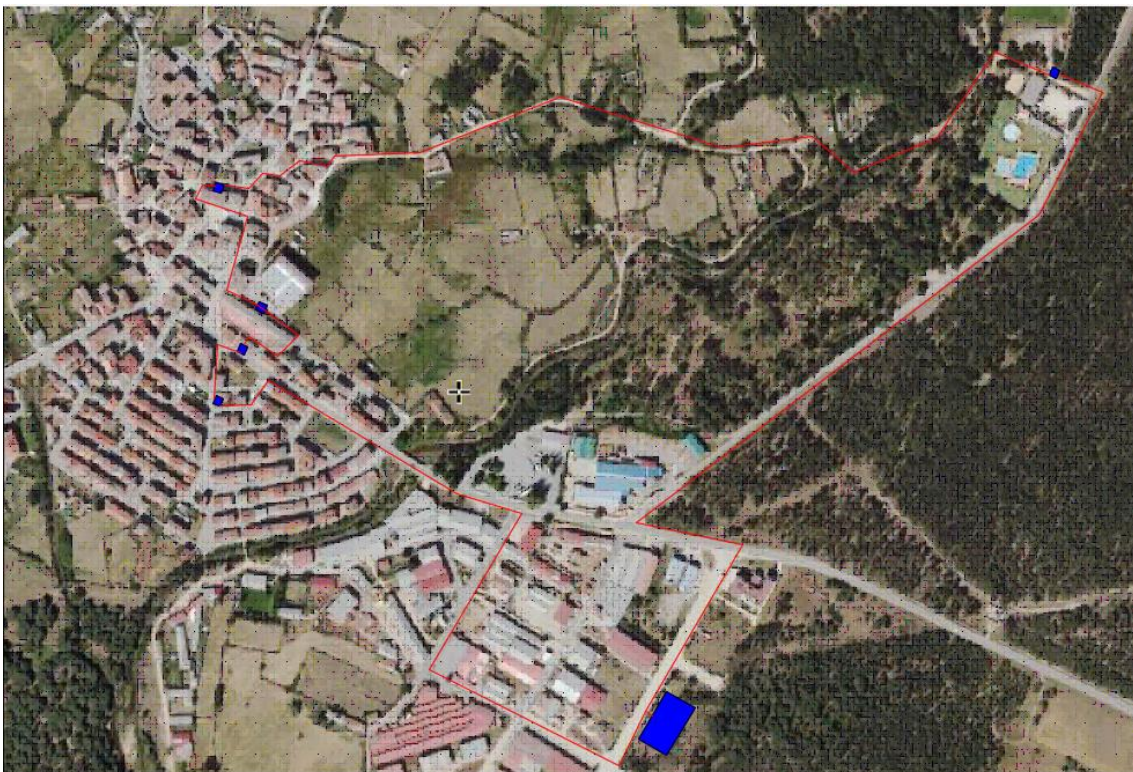


Figura 1: esquema de la red de distribución.

Fuente: Anejo 7 “Ingeniería del proceso”.

Cada caldera dispondrá de un circuito primario que moverá la energía generada hasta un colector primario. El circuito primario de cada una de ellas estará compuesto por un sistema de bombeo y un sistema de elevación de temperatura de retorno, además de por más accesorios como filtros, maguitos, valvulería, etc. El objetivo del sistema de elevación de temperatura de retorno es conseguir que no pase agua a través del intercambiador pirotubular de la caldera por debajo de los 50 - 60 °C. Esto se debe a que el agua, en contacto con los pirotubos, consigue condensar parte de los humos que quedan depositados en las paredes de los pirotubos pudiendo ser agresivos y fomentando su corrosión.

CALDERA PIROTUBULAR ESQUEMA PASO DE HUMOS CALIENTES ENTRE LOS TUBOS

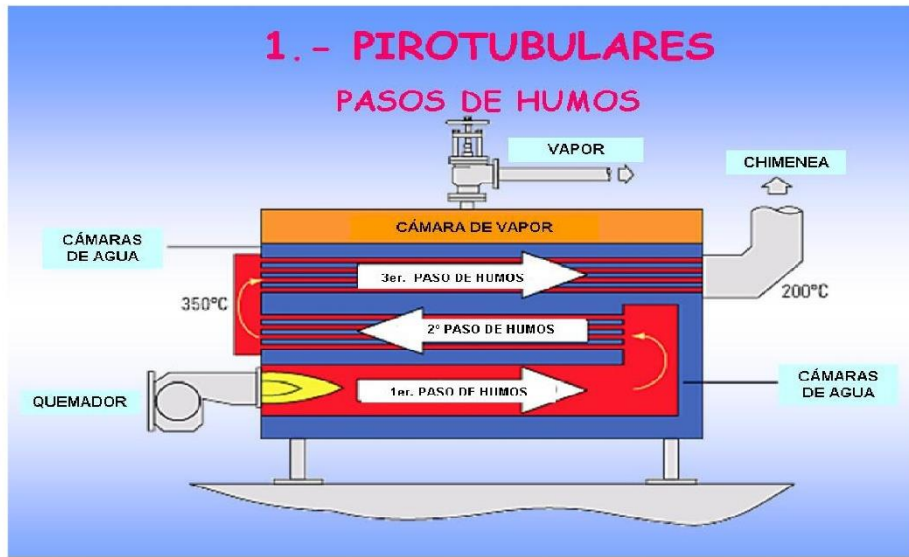


Figura 2: funcionamiento de la caldera pirotubular  
Fuente: portalelectromecánico.com

Como se puede ver en el esquema superior, el funcionamiento del intercambiador pirotubular consiste en una gran cámara de agua dentro de la cual se encuentran los pirotubos. A través de estos pirotubos circulan los humos resultantes de la combustión de la biomasa, estos humos que se encuentran a una elevada temperatura, van calentando el agua a su paso por todo el depósito hasta finalmente ser expulsados por la chimenea.

Una vez hemos conseguido que la temperatura de impulsión y retorno sean las adecuadas, toda la energía que puede ser transportada por la bomba se transporta al colector primario, el cual está unido al depósito de acumulación.

Este depósito de acumulación está unido por un segundo circuito (forma de anillo) a las distintas subestaciones de la red de calor y finalmente retornando a la caldera.

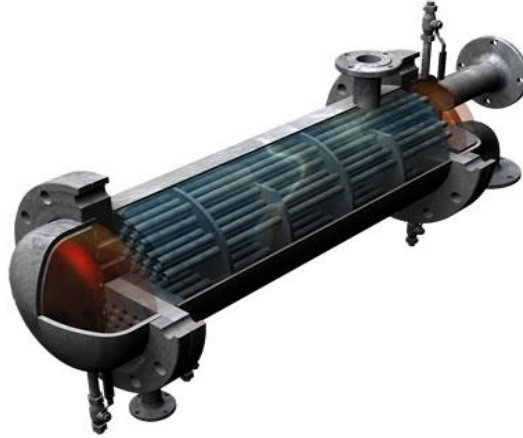


Figura 3: intercambiador de calor pilotubular.  
Fuente: lopezhenos.es

## 2. CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS

Se procede a dimensionar la red de tuberías por la que circulara el agua calentada a los distintos puntos anexionados a la red.

Las hipótesis de cálculo son las siguientes:

- Temperatura de impulsión: 75 °C.
- Salto térmico red de calor: calculado en el siguiente punto.
- Velocidad de diseño del fluido: 1,5 m/s.
- Temperatura ambiente media: 10 °C.
- Pérdida de carga máxima admisible: 270 Pa/m.
- Horas de uso anuales: 150 horas.
- Profundidad zanja: 60 cm.

Para el cálculo de la sección de las tuberías:

$$S = Q/v = \frac{\text{Caudal fluido}}{\text{velocidad del fluido}}$$

Para el cálculo del diámetro de las tuberías:

$$DN = \sqrt{\frac{Q}{3600 \times v} \times \frac{4}{\pi}} = \sqrt{\frac{\text{Caudal}}{3600 \times \text{velocidad}} \times \frac{4}{\pi}}$$



Para el cálculo del caudal que circula por nuestras tuberías emplearemos la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{860 * P}{1000 * \Delta T * C_e * \gamma}$$

Donde:

- $C_e$  = calor específico del agua = 1 Kcal/h\*kg\*°C
- $\gamma$  = peso específico del agua = 1 kg/dm<sup>3</sup>
- $\Delta T$  = salto térmico en °C
- $P$  = potencia térmica en W.

Una vez explicadas las fórmulas y los datos que vamos a utilizar, procedemos a realizar los cálculos necesarios para nuestra instalación:

- Comenzamos calculando el caudal de agua que circulará por las tuberías:

$$Q = \frac{860 * P}{1000 * \Delta T * C_e * \gamma}$$

Y disponemos de los siguientes datos para el cálculo:

- $Q$  = caudal (litros/hora) que vamos a calcular.
- $C_e$  = 1 Kcal/h\*kg\*°C.
- $\gamma$  = 1 kg/dm<sup>3</sup>.
- $\Delta T$  = salto térmico.
- $P$  = potencia térmica (W).

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

Sabemos que el agua bombeada desde la caldera circulará por las tuberías a una temperatura de salida desde la planta de 75 °C, y que la temperatura de agua de red en los distintos meses del año es la siguiente:

| Mes        | Temperatura |
|------------|-------------|
| Enero      | 5           |
| Febrero    | 6           |
| Marzo      | 7           |
| Abril      | 9           |
| Mayo       | 11          |
| Junio      | 14          |
| Julio      | 27          |
| Agosto     | 16          |
| Septiembre | 14          |
| Octubre    | 11          |
| Noviembre  | 8           |
| Diciembre  | 6           |

tabla 1: temperatura de red de Soria  
Fuente: Anejo 5“Cálculo de la demanda energética”.

Por lo que conociendo estos 2 datos vamos a calcular el salto térmico considerando la temperatura de agua de red del mes más frío (enero):

$$\Delta T = 75 - 5 = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Por lo que para el cálculo del caudal solo nos faltan los datos de una incógnita, la potencia térmica (P).

Esta potencia térmica ha sido calculada en el Anejo 5 “Cálculo de la demanda energética” obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2: consumo máximo diario

| RED DE CALOR    |                           |                               |              |                            |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|
| EDIFICIO        | CONSUMO TOTAL ANUAL (kWh) | DIAS EN FUNCIONAMIENTO AL AÑO | HORAS AL DÍA | CONSUMO MÁXIMO DIARIO (kW) |
| Colegio         | 40353                     | 219                           | 6            | 184,26                     |
| Campo de fútbol | 2685                      | 120                           | 2            | 22,38                      |
| Ayuntamiento    | 47755                     | 178                           | 8            | 268,29                     |
| Centro de salud | 30507                     | 269                           | 6            | 113,41                     |
| Guardería       | 4053                      | 223                           | 6            | 18,17                      |
| P. Deportes     | 6930                      | 223                           | 8            | 31,07                      |
| <b>TOTAL</b>    | <b>132283</b>             | <b>1232</b>                   | <b>36</b>    | <b>637,58</b>              |

Fuente: Anejo 5 “Cálculo de la demanda energética”.

Pero por indicaciones del ayuntamiento hemos decidido sobredimensionar la red de calor, para cubrir una demanda máxima de 2000 kW diarios.

Ahora que tenemos todos los datos, aplicando la fórmula del caudal:

$$Q = \frac{860 * (2000 * 1000)}{1000 * 70 * 1 * 1} = 24517,4 \text{ litros/hora}$$

- Ahora que conocemos el caudal, vamos a calcular la sección que van a tener las tuberías:

$$S = Q/v = \frac{\text{Caudal fluido}}{\text{velocidad del fluido}}$$

Y conocemos los siguientes datos para realizar el cálculo:

- Q = caudal del fluido = 24517,4 litros/hora.
- V = velocidad del fluido = 1,5 metros/segundo.

Primero de todo tenemos que pasar el caudal de litros/hora a m<sup>3</sup>/segundo:

$$24517,4 \frac{l}{h} * \frac{1 m^3}{1000 l} * \frac{1 h}{3600 s} = 0,00683 m^3/s$$

Por lo que aplicando estos datos a la fórmula nos queda:

$$S = Q/v = \frac{0,00683}{1,5} = 0,00455 m^2$$

- Sabiendo la sección es igual al área, y que la tubería tiene forma circular vamos a calcular finalmente el diámetro de las tuberías:

$$S = A = \pi * r^2$$

Y disponemos de los siguientes datos:

- A = área del círculo = 0,00455 m<sup>2</sup>
- r = radio del círculo

El diámetro de nuestra tubería será:

$$0,00455 = \pi * r^2 \rightarrow r = 0,03806 m$$

Por lo tanto, el diámetro será 0,07612 m = **76,12 mm**

Sabiendo ya el diámetro necesario en nuestro sistema de tuberías, hemos decidido elegir tuberías de acero preaislado en el exterior y poliuretano en el interior, dejando entre medio una capa de aislante para evitar lo máximo posible las pérdidas de calor.

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

Debido a que las temperaturas en el municipio de Duruelo de la Sierra pueden llegar a ser muy bajas, hemos considerado que el diámetro interior de la tubería sea de 100 mm (superior al necesario) y el diámetro exterior sea de 200 mm. Dejando entre medio un aislante de poliuretano de 100 mm para evitar las pérdidas de calor.

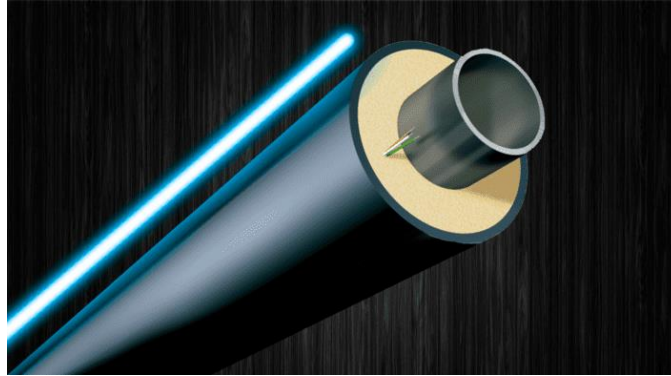


Figura 4: tuberías de la red de calor  
Fuente: polytherm.es

Sabiendo que el diámetro de las tuberías será 0,1 m y que la velocidad a la que circulará el agua por las mismas es de 1,5 m/s el caudal será:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = \pi * r^2(m) * V \left( \frac{m}{s} \right) = \pi * 0,05^2 * 1,5 = 0,01178 m^3/s$$

Este caudal conviene tenerlo en litros por hora, por lo que:

$$Q = 0,01178 \frac{m^3}{s} * \frac{3600 s}{1 h} * \frac{1000 l}{1 m^3} = 42408 l/h$$

Los tramos en los que queda dividida nuestra red de tuberías es el siguiente:

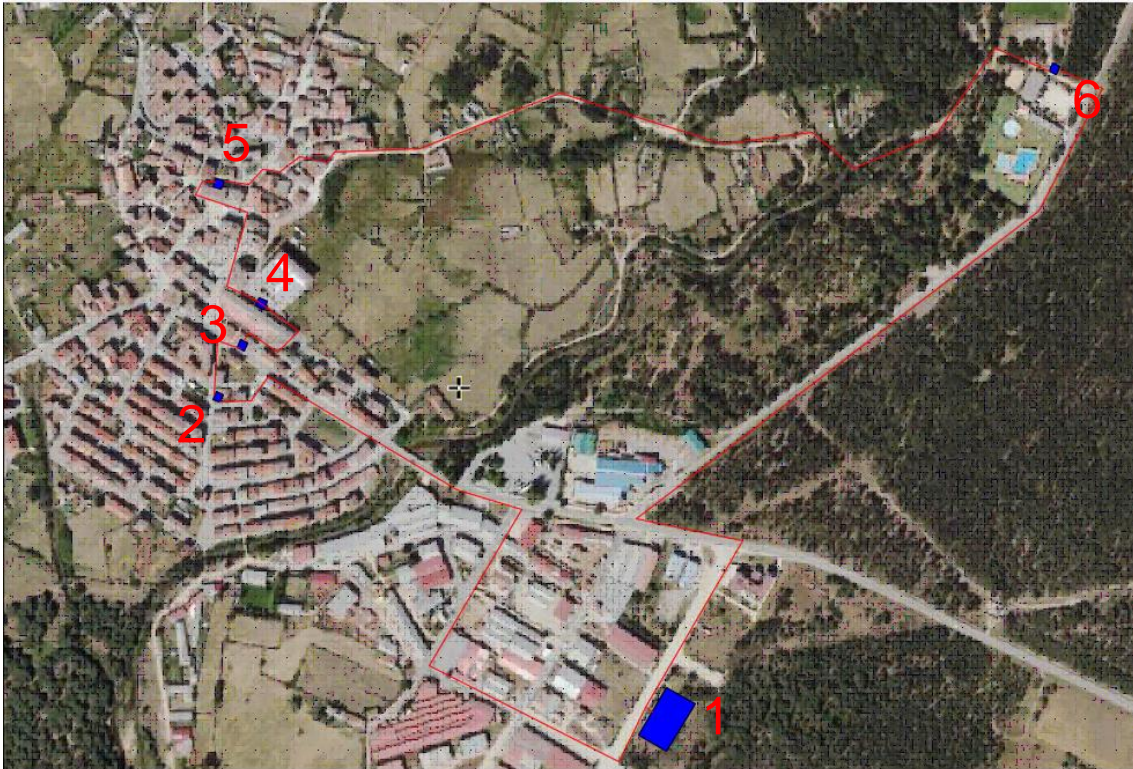


Figura 5: distribución de las subestaciones  
Fuente: Anejo 7 "Ingeniería del proceso".

Con las siguientes longitudes por tramo:

| RED DE CALOR      |              |
|-------------------|--------------|
| TRAMO DE TUBERÍAS | LONGITUD (m) |
| 1 -- 2            | 846          |
| 2 -- 3            | 102          |
| 3 -- 4            | 131          |
| 4 -- 5            | 228          |
| 5 -- 6            | 1014         |
| 6 -- 1            | 1071         |
| TOTAL             | 3392         |

Tabla 3: longitudes de tubería por tramo.  
Tabla de elaboración propia.

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

Al ser un gran circuito de tuberías es necesario considerar las pérdidas de carga, estas pérdidas son pérdidas de presión causadas por la fricción de las partículas del fluido entre sí, así como contra las paredes de la tubería.

Para ello emplearemos la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h = 0,0826 * f * \left(\frac{Q^2}{D^5}\right) * L$$

En donde:

- h = pérdida de carga (m).
- f = coeficiente de fricción (adimensional).
- L = longitud de la tubería (m).
- D = diámetro interno de la tubería (m).
- Q = caudal (m<sup>3</sup>/s).

Primero de todo tenemos que calcular el coeficiente de fricción (f), para ello emplearemos la ecuación de Blasius:

$$f = 0,3164 x Re^{-0,25}$$

Donde:

- f = coeficiente de fricción
- Re = número de Reynolds

Para saber la rugosidad absoluta emplearemos la siguiente tabla:

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

| Material                                | $\epsilon$ (mm) |
|-----------------------------------------|-----------------|
| Plástico (PE, PVC)                      | 0,0015          |
| Fundición asfaltada                     | 0,06- 0,18      |
| Poliéster reforzado con fibra de vidrio | 0,01            |
| Fundición                               | 0,12-0,60       |
| Tubos estirados de acero                | 0,0024          |
| Acero comercial y soldado               | 0,03-0,09       |
| Tubos de latón o cobre                  | 0,0015          |
| Hierro forjado                          | 0,03-0,09       |
| Fundición revestida de cemento          | 0,0024          |
| Hierro galvanizado                      | 0,06-0,24       |
| Fundición con revestimiento bituminoso  | 0,0024          |
| Madera                                  | 0,18-0,90       |
| Fundición centrifugada                  | 0,003           |
| Hormigón                                | 0,3-3,0         |

Tabla 4: valores de rugosidad absoluta.

Fuente: pirobloc.es

Sabiendo que el material interior de nuestra tubería es poliéster el valor de  $\epsilon_T = 0,0015$  (mm).

Mientras que para conocer el valor del número de Reynolds emplearemos la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{D * V}{\nu}$$

Donde:

- D = diámetro de la tubería = 100 mm
- V = velocidad del fluido = 1,5 m/s
- $\nu$  = viscosidad cinemática del agua (80°C) =  $1,333 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Siendo el resultado:

$$Re = \frac{0,1 * 1,5}{1,333 \times 10^{-6}} = 112528,13$$

Lo que significa que es un tipo de **flujo turbulento**.



A partir de este dato vamos a calcular el coeficiente de fricción (f):

$$f = 0,3164 \times 112528,13^{-0,25} = 0,0172$$

Y finalmente con todos estos datos podemos calcular las pérdidas de carga para los distintos tramos:

#### Tramo 1 – 1'

Para este tramo que va desde la caldera hasta el depósito de inercia no calcularemos las pérdidas de carga, ya que solo tiene 6 metros, y por lo tanto las pérdidas son inapreciables.

#### Tramo 1' – 2

$$h = 0,0826 * 0,0172 * \left( \frac{0,01178^2}{0,1^5} \right) * 840 = \mathbf{16,56 m}$$

- Para el tramo 1 – 2 tenemos una pérdida de carga de 16,56 m

#### Tramo 2 – 3

$$h = 0,0826 * 0,0172 * \left( \frac{0,01178^2}{0,1^5} \right) * 102 = \mathbf{2,01 m}$$

- Para el tramo 2 – 3 tenemos una pérdida de carga de 2,01 m.

#### Tramo 3 – 4

$$h = 0,0826 * 0,0172 * \left( \frac{0,01178^2}{0,1^5} \right) * 131 = \mathbf{2,58 m}$$

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

- Para el tramo 3 – 4 tenemos una pérdida de carga de 2,58 m.

Tramo 4 – 5

$$h = 0,0826 * 0,0172 * \left( \frac{0,01178^2}{0,1^5} \right) * 228 = \mathbf{4,5\ m}$$

- Para el tramo 4 – 5 tenemos una pérdida de carga de 4,5 m.

Tramo 5 – 6

$$h = 0,0826 * 0,0172 * \left( \frac{0,01178^2}{0,1^5} \right) * 1014 = \mathbf{20\ m}$$

- Para el tramo 5 – 6 tenemos una pérdida de carga de 20 m.

Tramo 6 – 1

$$h = 0,0826 * 0,0172 * \left( \frac{0,01178^2}{0,1^5} \right) * 1071 = \mathbf{21,11\ m}$$

- Para el tramo 6 – 1 tenemos una pérdida de carga de 21,11 m.

### 3. CÁLCULO DE LAS BOMBAS

En cada tramo de nuestro circuito de tuberías se debe instalar una bomba hidráulica para que el agua caliente que circula por la red viaje con la velocidad y el caudal que necesitamos.

En nuestra red de calor emplearemos bombeo solar, el sistema de la bomba es un sistema de bombeo centrífugo, el cual consiste en una bomba hidráulica que se encarga de transformar la energía mecánica del impulsor (impulsor giratorio) en energía cinética necesaria para ejercer presión sobre el líquido.

El impulsor giratorio se encuentra conectado a un eje, y este eje a su vez se encuentra conectado a una fuente de energía. Con este impulsor se consigue aumentar progresivamente la velocidad del agua, facilitando que el agua se descargue por la tubería.

Se denomina bombeo solar porque su fuente de energía son paneles solares que captan la energía del sol y la convierten en eléctrica, lo que lo hace más respetuoso con el medio ambiente.

Antes de la llegada del agua a las distintas bombas y a la salida de las mismas se instalarán manómetros, para medir la presión del agua de nuestra red de tuberías.



Figura 6: manómetro  
Fuente: amazon.es

Estos manómetros se instalan con fin de saber cuándo la presión en la red de tuberías es excesiva.

Para ello se instalan válvulas reductoras de presión, cuya función es reducir el caudal de agua con la finalidad de reducir la presión. Estas válvulas van instaladas con tomas fijas para colocar en ellas los manómetros, de esta forma cuando se detecta en el manómetro que la presión es superior a la fijada en la red, la válvula se abre para que pase el agua y reducir así la presión.

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS



Figura 7: válvula reductora de presión  
Fuente: amazon.es

El tipo de bomba empleada tanto en la zona de caldea como en las subestaciones será una bomba Sedical SV centrífuga vertical multietapa, se trata de una bomba muy robusta con un gran ciclo de vida y con un mantenimiento muy bajo.

El campo de trabajo de esta bomba llega hasta caudales de 80 m<sup>3</sup>/h, una altura manométrica de 420 mca y una temperatura máxima de trabajo de 120 °C. Dando 35 CV de potencia.



Figura 8: bombas de la red  
Fuente: sedical.com

### 3.1 CÁLCULO POR TRAMOS

Nuestro circuito de tuberías es un recorrido sencillo en anillo, el agua caliente sale de la caldera y va recorriendo las distintas subestaciones. Cuando llega a la última esa agua regresa como “agua fría” de nuevo a la central, para volver a ser calentada. Y repetir el proceso una y otra vez.

Para calcular la potencia de las bombas en los distintos tramos donde haya que vencer un desnivel emplearemos la siguiente fórmula:

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

Donde:

- P = potencia de la bomba (w).
  - Q = caudal total (litros/segundo) = 11,78 l/s
  - g = gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>).
  - H = presión máxima (metros de columna de agua).
  - $\delta$  = rendimiento de la bomba = 0,6
- 
- En el Tramo 1 – 1':

La bomba irá instalada después de la caldera y llegará hasta el depósito de inercia (explicado en el siguiente apartado). Teniendo que salvar en este tramo de 6 metros un desnivel de 1 metro.

Por lo tanto, la potencia de la bomba será:

$$P = 11,78 * 9,8 * \frac{1}{0,6} = \mathbf{192,4 W}$$

Donde para este tramo hemos considerado que las pérdidas de carga son inapreciables.

- En el Tramo 1' – 2:

La bomba irá situada justo después del depósito de inercia, para impulsar agua hasta la primera subestación.

Por lo tanto, aplicando la fórmula anteriormente explicada:

$$P = 11,78 * 9,8 * \frac{33,36}{0,6} = \mathbf{6418,69 W}$$

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

Para este tramo, sabiendo que la pendiente es del 2% y que la distancia a recorrer en el tramo es de 840 metros, tenemos que salvar un desnivel de 16,8 metros. Por lo tanto,  $H = a$  a la suma del desnivel (16,8 m) + las pérdidas de carga en este tramo (16,56 m).

Necesitaremos instalar una bomba con una potencia mínima de 6418,69 W, por lo que la bomba que anteriormente hemos descrito cumple perfectamente estas características necesarias.

- En el Tramo 2 – 3:

La bomba irá desde la primera subestación (guardería) hasta la segunda subestación (colegio y centro de salud).

Por lo tanto, aplicando la fórmula anteriormente explicada:

$$P = 11,78 * 9,8 * \frac{4,05}{0,6} = \mathbf{779,25\ W}$$

Para este tramo, sabiendo que la pendiente es del 2% y que la distancia a recorrer en el tramo es de 102 metros, tenemos que salvar un desnivel de 2,04 metros. Por lo tanto,  $H = a$  a la suma del desnivel (2,04 m) + las pérdidas de carga en este tramo (2,01 m).

Necesitaremos instalar una bomba con una potencia mínima de 779,25 W, por lo que la bomba que anteriormente hemos descrito cumple perfectamente estas características necesarias.

- En el Tramo 3 – 4:

La bomba servirá para bombear el agua desde la subestación 2 (colegio y centro de salud) hasta la tercera subestación (polideportivo).

Por lo tanto, aplicando la fórmula anteriormente explicada:

$$P = 11,78 * 9,8 * \frac{5,2}{0,6} = \mathbf{1000,5\ W}$$

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

Para este tramo, sabiendo que la pendiente es del 2% y que la distancia a recorrer en el tramo es de 131 metros, tenemos que salvar un desnivel de 2,62 metros. Por lo tanto,  $H = a$  la suma del desnivel (2,62 m) + las pérdidas de carga en este tramo (2,58 m).

Necesitaremos instalar una bomba con una potencia mínima de 1000,5 W, por lo que la bomba que anteriormente hemos descrito cumple perfectamente estas características necesarias.

- En el Tramo 4 – 5:

La bomba será empleada para bombear el agua desde la tercera subestación (polideportivo) hasta la cuarta subestación (ayuntamiento).

Por lo tanto, aplicando la fórmula anteriormente explicada:

$$P = 11,78 * 9,8 * \frac{13,62}{0,6} = \mathbf{2620,6 W}$$

Para este tramo, sabiendo que la pendiente es del 4% y que la distancia a recorrer en el tramo es de 228 metros, tenemos que salvar un desnivel de 9,12 metros. Por lo tanto,  $H = a$  la suma del desnivel (9,12 m) + las pérdidas de carga en este tramo (4,5 m).

Necesitaremos instalar una bomba con una potencia mínima de 2620,6 W, por lo que la bomba que anteriormente hemos descrito cumple perfectamente estas características necesarias.

- En el Tramo 5 – 6:

La bomba será empleada desde la cuarta subestación (ayuntamiento) hasta la quinta subestación (campo de fútbol).

Por lo tanto, aplicando la fórmula anteriormente explicada:

$$P = 11,78 * 9,8 * \frac{40,84}{0,6} = \mathbf{7857,89 W}$$

Para este tramo, sabiendo que la pendiente es del 2% y que la distancia a recorrer en el tramo es de 1014 metros, tenemos que salvar un desnivel de 20,84 metros. Por lo tanto,  $H = a$  la suma del desnivel (20,84 m) + las pérdidas de carga en este tramo (20 m).

Necesitaremos instalar una bomba con una potencia mínima de 7857,89 W, por lo que la bomba que anteriormente hemos descrito cumple perfectamente estas características necesarias.

- En el Tramo 6 – 1:

La bomba será empleada desde la quinta subestación (campo de fútbol) hasta la zona de la caldera.

Por lo tanto, aplicando la fórmula anteriormente explicada:

$$P = 11,78 * 9,8 * \frac{10,4}{0,6} = 2001,03 W$$

Para este tramo, sabiendo que la pendiente es del 1% pero de bajada y que la distancia a recorrer en el tramo es de 1071 metros, el desnivel que el agua va a bajar es de 10,71 m. Por lo tanto, H = las pérdidas de carga en este tramo (21,11 m) – desnivel de bajada (10,71 m).

Necesitaremos instalar una bomba con una potencia mínima de 2001,03 W, por lo que la bomba que anteriormente hemos descrito cumple perfectamente estas características necesarias.

## 4. DEPÓSITO DE INERCIA

La acumulación es muy importante en el ámbito de la generación y la gestión de la energía debido a su impacto sobre la eficiencia global del sistema y a la posibilidad de dimensionado más ajustado (costes más bajos) con la misma capacidad y seguridad de cubrir la demanda de la red de calor.

Existen diversos propósitos del depósito de inercia:

- Favorecer la operación a plena carga de los equipos de generación optimizando su rendimiento y reduciendo asimismo la potencia de las máquinas.
- Acumular la energía de fuentes de generación térmica naturales como energía solar, geotérmica, recuperadores, etc.

Por estos motivos se suelen instalar sistemas de acumulación energética en todos los sistemas de generación para centrales de redes de calor. Para acumular durante cortos periodo de tiempo.



ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

Para nuestro proyecto instalaremos un acumulador sensible:

Este tipo de depósitos Almacenan energía variando la temperatura del medio contenido. Este medio es, por excelencia, el agua. El agua, a presión atmosférica, puede almacenar energía de forma sensible desde 4 °C hasta 98 °C.

Los depósitos de agua son los sistemas más utilizados para acumular grandes cantidades de calor. Tiene una capacidad energética de 1,2 kWh/m<sup>3</sup>/K. Esto implica, considerando rendimientos de acumulación del 85%, capacidades de almacenaje de 35 kWh/m<sup>3</sup> de calor.

En el presente proyecto se instalará un depósito de inercia a 6 metros de la zona de calderas con capacidad para 20000 litros fabricado en acero al carbono ST-37-2 con una presión de trabajo de 6 bar. tendrá un aislamiento térmico con lana mineral, garantizando un aislamiento térmico marcado por el RITE y terminación en chapa de aluminio.

El depósito de acumulación será la clave del funcionamiento eficiente de la red cumpliendo con dos funciones principales:

- acumulación de inercia térmica respondiendo ante demandas de forma rápida, teniendo en cuenta que el encendido de una caldera con astilla es lento, de este modo puede abastecer durante el tiempo que las calderas tarden en encenderse o en alcanzar el máximo de temperatura.
- Por otro lado, tiene un efecto contrario cuando las calderas reciben la orden de apagarse, ya que una caldera de biomasa para apagarse necesita quemar todo el combustible que tiene en su interior de la forma más rápida posible, lo cual genera una inercia térmica que tiene que ser acumulada o cedida en algún lugar, y este lugar es el volumen de agua de los depósitos de inercia.

En resumen, el depósito de inercia funcionará como reserva principal de calor durante el funcionamiento de la red de calor, debido a que la caldera solo se encenderá una hora al día, y servirá para la gestión eficiente de la demanda de energía térmica, ajustando la curva de demanda y generación.

El agua al estar al lado de la caldera se acumulará a una temperatura entre 70 – 75 °C.



Figura 9: depósito de inercia  
Fuente: wikipedia

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

Para calcular cuánta energía es capaz de acumular este depósito, hay que tener en cuenta los siguientes datos:

- Salto térmico existente =  $75\text{ °C} - 65\text{ °C} = 10\text{ °C}$ .
- Capacidad del depósito = 20000 litros.
- Calor específico del agua = 1 kilocaloría por grado centígrado y litro.

Por lo que la energía que puede contener el depósito es la siguiente:

$$20000\text{ L} * 10\text{ °C} * 1\text{ Kcal/°C y L} = 200000\text{ Kcal}$$

Y pasada a vatios:

$$200000\text{ Kcal} * \frac{1,163\text{ Wh}}{1\text{ Kcal}} = 232,6\text{ KWh}$$

Lo que significa que el depósito de inercia es capaz de acumular 232,6 KWh por si por algún inconveniente o imprevisto, la caldera ha dejado de funcionar o se encuentra apagada, disponer de agua caliente.

## 5. VOLUMEN DE AGUA DE RED DE CALOR

Sabiendo que hemos sobredimensionado la red de calor, tomando unas tuberías de 0,1 metros de diámetro, vamos a determinar el volumen de agua de la red.

Para el cálculo del volumen de agua de las tuberías, haremos uso de la siguiente fórmula:

$$V = \pi * R_1 * R_1 * L$$

Donde:

- V = volumen de agua de las tuberías.
- $R_1$  = radio interior de la tubería.
- L = longitud de la tubería.

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

Por lo que vamos a calcular el volumen de agua en cada tramo de la red de calor y finalmente el total de nuestra red de tuberías:

| RED DE CALOR      |              |
|-------------------|--------------|
| TRAMO DE TUBERÍAS | LONGITUD (m) |
| 1 -- 2            | 846          |
| 2 -- 3            | 102          |
| 3 -- 4            | 131          |
| 4 -- 5            | 228          |
| 5 -- 6            | 1014         |
| 6 -- 1            | 1071         |
| <b>TOTAL</b>      | <b>3392</b>  |

Tabla 5: longitud de las tuberías

Fuente: elaboración propia.

- Calcularemos el Tramo 1 – 2 como ejemplo ya que el resto se calculará igual:

$$V = \pi * 0,05^2 * 846 = 6,64 L$$

El resto de tramos se calcularán de la misma forma y estarán reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 6: volumen de agua de la red

| RED DE CALOR      |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|
| TRAMO DE TUBERÍAS | LONGITUD (m) | VOLUMEN (L)  |
| 1 -- 2            | 846          | 6,64         |
| 2 -- 3            | 102          | 0,80         |
| 3 -- 4            | 131          | 1,03         |
| 4 -- 5            | 228          | 1,79         |
| 5 -- 6            | 1014         | 7,96         |
| 6 -- 1            | 1071         | 8,41         |
| <b>TOTAL</b>      | <b>3392</b>  | <b>26,64</b> |

Fuente: elaboración propia.

Al volumen total de agua en las tuberías hay que sumarle el volumen de los depósitos y los equipos, además de un volumen de seguridad:

Tabla 7: volumen de agua total

| DEPÓSITOS Y EQUIPOS        |             |
|----------------------------|-------------|
| Descripción                | Volumen (L) |
| Depósito de inercia        | 20000       |
| Caldera de 2000 kW         | 4500        |
| OTROS                      |             |
| Volumen de seguridad (25%) | 6132        |

Lo que hace un total de volumen de agua de la red de calor, sumando los apartados anteriores de: **30659 Litros.**

El agua se cogerá por condicionante del promotor del depósito municipal, situado a 50 metros de la central de biomasa.

## 6. DISEÑO DE TRANSPORTE DE CALOR AL SECADERO

Se deberán calcular las tuberías y las bombas necesarias para el transporte de calor desde la caldera al secadero, con el fin de calentar el aire para el correcto secado de la biomasa.

### 6.1 TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Se construirá un circuito hidráulico por el que el agua circulará a 75 °C (temperatura a la que sale el agua de la caldera).

Las tuberías serán iguales que las de la red de calor, tuberías de 100 mm de diámetro interior, con un recubrimiento de poliuretano de 100 mm para evitar pérdidas de calor. Por las que el agua circulará a una velocidad de 1,5 m/s.

Por lo que para calcular el caudal de la tubería se ha empleado la siguiente fórmula:

$$Q(m^3/s) = \pi * r^2(m) * V \left(\frac{m}{s}\right) = \pi * 0,05^2 * 1,5 = 0,01178 m^3/s$$

Este caudal conviene pasarlo a litros/hora y litros/segundo:

$$Q = 0,01178 \text{ m}^3/\text{s} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 42408 \text{ L/h} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 11,78 \text{ L/s}$$

Como es un circuito tan pequeño en cuanto a distancia recorrida por el agua, no se van a considerar pérdidas de carga ya que son mínimas.

## 6.2 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.

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 = potencia de la bomba (Wattios).
- Q = caudal total (litros/segundo).
- G = gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>).
- H = presión máxima (metro de columna de agua).
- $\delta$  = rendimiento de la bomba (0,6).

Por lo que aplicando estos datos en la fórmula anterior:

$$P = 11,78 \text{ L/s} * 9,8 \text{ m/s}^2 * \frac{1 \text{ m}}{0,6} = \mathbf{192,4 \text{ W}}$$

La potencia mínima de la bomba será de 192,4 W, aunque se debe poner más potencia. Se ha calculado con la fórmula teniendo en cuenta que 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 400 W, un caudal máximo de 50 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

ANEJO 6. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

válvula reductora de presión y un purgador de aire. Los cuales han sido explicados en apartados anteriores.



## ANEJO 7. INGENIERÍA DEL PROCESO

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1. PROCESO PRODUCTIVO .....                                        | 2  |
| 1.1. RECOLECCIÓN DE LA BIOMASA .....                               | 2  |
| 1.2. TRANSPORTE DE LA BIOMASA .....                                | 4  |
| 1.3. EDIFICIO DE PRODUCCIÓN .....                                  | 5  |
| 1.3.1...SECADERO DE LA BIOMASA.....                                | 5  |
| 1.3.2...ALMACENAMIENTO DE LA BIOMASA .....                         | 7  |
| 1.3.2.1. ...ALMACÉN EXTERIOR .....                                 | 7  |
| 1.3.2.2. ...ALMACÉN INTERIOR.....                                  | 9  |
| 1.3.3...DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN LA ZONA DE COMBUSTIÓN .....     | 10 |
| 1.3.3.1. ...CÁLCULO DEL CONSUMO DE ASTILLA.....                    | 11 |
| 1.3.3.2. ...LA CALDERA .....                                       | 13 |
| 1.3.3.3. ...SISTEMA DE EVACUACIÓN DE HUMOS.....                    | 20 |
| 1.3.4...TORNILLOS SINFÍN .....                                     | 21 |
| 1.4. RED DE DISTRIBUCIÓN .....                                     | 22 |
| 2. DISEÑO DE LAS OPERACIONES.....                                  | 27 |
| 2.1. FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA.....                             | 27 |
| 2.2. PROGRAMA PRODUCTIVO DE LA COMPRA Y SECADO DE LA ASTILLA ..... | 28 |
| 2.3. HORARIO Y FUNCIONES DE LOS TRABAJADORES.....                  | 29 |



# 1. PROCESO PRODUCTIVO

A continuación, en este anejo se va a describir el proceso llevado a cabo en nuestro proyecto, desde que la astilla de origen local llega en camiones a nuestra planta hasta la llegada del agua caliente a los distintos puntos de conexión para el anexionado de los edificios que formaran parte de la red de calor.

El proceso productivo de una red de calor de biomasa se inicia con la recolección en campo de la biomasa, pudiendo ser obtenida de diversas formas (tala o poda de árboles, o la recogida de residuos agrícolas). Tras ser recogido y sufrir un proceso de pretratamiento llega a nuestra planta para su almacenaje.

Ya en la planta el material es sometido al proceso de combustión en la caldera, generando vapor a alta temperatura y presión. Este vapor se utiliza para calentar el agua que circula por la caldera gracias a unos conductos, y esta agua caliente se encarga de distribuir el calor a los distintos edificios anexionados a la red de calor, gracias a las subestaciones de intercambio que encontramos en cada punto de unión.

Por lo tanto, para describir el proceso productivo lo dividiremos en las siguientes fases: comenzando con el secadero de biomasa, encargado de recibir la biomasa húmeda llegada en camiones para disminuir su humedad mejorando así sus propiedades para su combustión. Después describiremos el proceso de combustión de la biomasa llevado a cabo en la caldera.

Y para finalizar describiendo los sistemas de tuberías necesarios para transportar el agua caliente desde la central a los distintos edificios de la red de calor.

## 1.1 RECOLECCIÓN DE LA BIOMASA

Para nuestra planta, como conclusión a la comparativa realizado en el análisis de alternativas, emplearemos como combustible astilla.

Esta astilla puede ser obtenida de dos formas:

- La astilla procedente de madera de bosque: la cual se obtiene de la retirada del bosque de los restos de aprovechamientos forestales, de cortas de mejora y de trabajos de prevención de incendios.
- La astilla de industria: la cual proviene de subproductos derivados de industrias primarias de la madera y secundarias.

Una vez recogidos estos subproductos, bien de procedente de bosque o de la industria, son sometidos a la operación de astillado, que puede ser en pista, en cargadero o en planta.

Este proceso se realiza gracias a una astilladora, se trata de una maquina construida específicamente para realizar el trabajo de reducir la madera a astillas. Facilitando con este proceso, su transporte, el almacenamiento y el secado.

Las astilladoras se pueden diferenciar según el elemento de corte, ya que este condiciona el tipo, la forma y la calidad de la astilla. Encontramos los siguientes tipos:

- Astilladora de disco: se trata de un volante pesado sobre el cual van montadas radialmente de dos a cuatro cuchillas. El material entra en contacto con el disco a un ángulo de 30 a 40 grados en el plano del disco y de las cuchillas giratorias, actuando contra un tope al final de la boca de alimentación, y cortando progresivamente trozos de madera que se dividen en fragmentos a medida. El tamaño de las astillas oscila normalmente entre 0,3 y 4,5 cm.

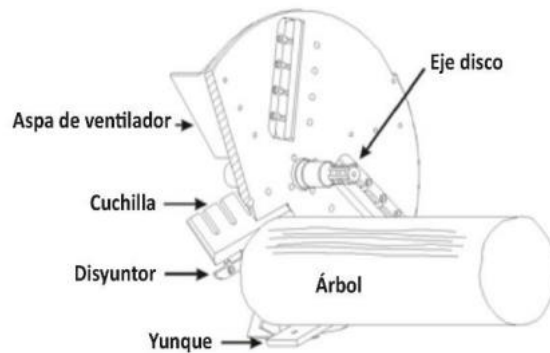


Figura 1: esquema de astilladora de disco.  
Fuente: agroesencial.com

- Astilladora de tambor: de mayor volumen y potencia que la de disco, pudiendo trabajar fácilmente con restos forestales. La herramienta de corte consiste en un cilindro de acero con hasta 12 cuchillas instaladas en posición tangencial; el tamaño de la astilla resultante es más heterogéneo, con una longitud de hasta 6,5 cm. Las cuchillas deben renovarse cada 50-100 t (si se trabaja con madera dura) o cada 200-300 t (con madera blanda).



Figura 2: astilladora de tambor.  
Fuente: TCPEL.com

- Astilladora de sin fin: el astillado se produce en un tornillo sin fin de gran tamaño y de sección decreciente con forma cónica y con aristas afiladas que gira alrededor de un eje horizontal. No son tan conocidas como los modelos anteriores y su uso se orienta a procesar árboles enteros para producir astillas de gran tamaño.

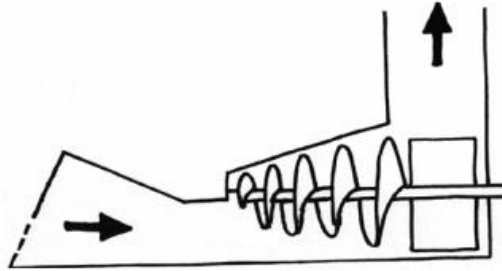


Figura 3: esquema de astilladora sin fin.

Dentro de estos 3 tipos, las astilladoras pueden ser: de baja potencia (accionadas a través de la toma de fuera del tractor con una potencia máxima de 50 kW, para una producción no superior a 20 toneladas/día), de media potencia (van situadas sobre un remolque con un motor independiente de 50-110 kW, para producir hasta 50 toneladas/día) y de alta potencia (instaladas normalmente sobre camiones, presentan un motor de más de 130 kW para producir más de 60 toneladas/día).

Una vez astillado el material es sometido a una operación de cribado, que consiste en separar los distintos tamaños de partícula de la astilla. Se divide la biomasa en tres fracciones (finos, fragmentos del tamaño deseado y trozos grandes), este material es sometido a un proceso para eliminar piedras, partículas y plásticos no deseados.

## 1.2 TRANSPORTE DE LA BIOMASA

La astilla deberá ser transportada de forma segura para evitar la pérdida del materia, para ello se utilizan camiones especiales, que emplean remolques diseñados para el transporte de este tipo de material.

Son los denominados remolques basculantes, que pueden disponer de suelo móvil o elevación hidráulica para la descarga del material.

Las astillas de madera se comercializan por volumen o peso, por lo tanto, para calcular el peso exacto de la astilla entregada es tan fácil como pesar primero el camión sin carga y restárselo al total del peso con el camión cargado de astilla.

## 1.3 EDIFICIO DE PRODUCCIÓN

El edificio de generación será nave a la cual llega la astilla húmeda para ser sometida a un proceso de secado, para eliminar la humedad no deseada, y ser combustionada para producir el calor necesario para calentar el agua de la red de calor. En la época de verano el secadero será utilizado para obtener astilla seca y comercializarla, ya que en esta época la caldera no se destinará a la red de calor debido al apagado de la calefacción en los edificios anexionados a la red.

El terreno disponible, delimitado por vallado, tiene una superficie total de  $m^2$ , ocupando la central de producción de energía térmica una superficie de  $m^2$ .

El edificio de generación queda dividido en tres zonas: el almacén cubierto para el almacenamiento de la astilla, la zona del secadero y finalmente la zona de la caldera.

A continuación, se detallará cada uno de los procesos llevados a cabo en las tres zonas, para conseguir el desarrollo correcto del proyecto.

### 1.3.1 SECADERO DE BIOMASA

El primer sistema que nos encontramos en la planta es el secadero, sistema encargado del tratamiento de la biomasa con la finalidad de obtener el combustible con las características óptimas para ser quemado de forma eficaz en la caldera. Para ello emplearemos un proceso encargado de que el contenido de humedad de la biomasa se reduzca al nivel deseado, ya que con un secado natural no se pueden alcanzar niveles de humedad inferiores al 20%.

Para el secado de la biomasa emplearemos un secadero de lecho rotativo, el cual presenta una gran versatilidad gracias a un sencillo sistema de circulación del producto. Unas palas se encargan de remover y mezclar permanentemente la biomasa, que combinadas con un flujo de aire caliente que atraviesa el producto para obtener resultados uniformes de secado.

Este aire de secado proveniente de la combustión en la caldera, entra a través de una chapa perforada sobre la que se desplaza el producto, consiguiendo a la vez con este flujo de aire la separación de materiales finos, como polvo o arenas, acumulándolos por separado a lo largo del proceso. Gracias a este proceso de limpieza del material conseguimos incrementar el valor calorífico de la biomasa y reducir por lo tanto el contenido en cenizas.

Presenta una serie de ventajas frente a los secaderos convencionales:

- Funcionamiento sin problemas con productos difíciles de tratar y de gran tamaño.
- Amplia gama de aplicaciones.
- Óptimo secado del producto, consiguiendo humedades finales uniformes.
- Proceso de limpieza, consiguiendo productos de óptima calidad.
- Construcción robusta para una alta eficacia y bajos costes de mantenimiento.

ANEJO 7.INGENIERÍA DEL PROCESO



Figura 4: secadero de lecho rotativo  
Fuente: allgaier-process-technology.com

El proceso mediante el cual se tratará la biomasa en el proyecto es el siguiente:

El material llegará a la planta en camiones basculantes, descargándose esta biomasa húmeda en una zona de la parcela previamente habilitada para este uso. Esta biomasa será trasladada gracias a una retroexcavadora al silo enterrado que conectará con el secadero.



Figura 5: secadero de lecho fluido.  
Fuente: allgaier-process-technology.com

El secadero de lecho rotativo está formado por un tambor cilíndrico (con un diámetro de 2 a 10 metros) que gira sobre su propio lecho. El secadero puede tener una longitud de hasta 30 metros, pero se puede construir adecuando su tamaño a las características demandadas por el comprador. El tambor esta dividido en secciones, cada una de ellas equipada con aletas destinadas a mover constantemente el material a través de todo el secadero.

El proceso de secado comienza con la carga de la astilla húmeda por la sección de entrada del tambor, este tambor va girando haciendo que las aletas muevan el material

ANEJO 7.INGENIERÍA DEL PROCESO

a través del largo del tambor. Exponiendo así la biomasa húmeda al aire caliente que se va introduciendo a través de la chapa perforada que se encuentra en el fondo.

Gracias a este flujo constante de aire caliente a través del largo del secadero se va secando el material. El aire húmedo sale al exterior gracias a un sistema de escape de gases. Para conseguir un secado uniforme del material es necesario asegurar una temperatura y velocidad de rotación uniforme. La duración del proceso de secado varía en función del tipo de material a secar.

Una vez que el material ha sido secado, se descarga automáticamente a través de la sección de salida.

Este tipo de secadero es sobre todo eficiente y efectivo para el secado de grandes volúmenes de biomasa, lo que precisamente buscamos en el proyecto.

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.

### 1.3.2 ALMACENAMIENTO DE LA BIOMASA

En nuestras instalaciones la biomasa se va a almacenar en dos zonas diferenciadas: el almacén exterior, situado fuera de lo que es el edificio, y el almacén interior, situado en el interior del edificio.

#### 1.3.2.1 Almacén exterior

Situado en la misma parcela que la nave encontramos la zona externa de almacenamiento, se trata de una superficie al aire libre con suelo de tierra que será previamente allanado. Dispondrá de una superficie de x metros de largo por x metros de ancho, obteniendo una superficie total de almacenaje de x metros cuadrados.

Este patio servirá para almacenar la biomasa que llega semanalmente, y se localizará en esta zona hasta el momento de pasar al secadero. Tendrá una capacidad para albergar 80 toneladas, siendo casi el doble de lo necesario semanalmente (50 toneladas), para que de esta manera el espacio no sea en ningún momento un problema.



Figura 6: descarga de biomasa en patio exterior.

Fuente: avebiom.org

En la imagen superior se puede ver cómo será traída la biomasa semanalmente a nuestra planta y descargada gracias a camiones basculantes o de suelo móvil.

Al lado de este patio de almacenamiento irá situado un silo el cual será necesario para alimentar el secadero de biomasa. Este silo será alimentado por los operarios mediante las retroexcavadoras.

El silo será de acero inoxidable, para poder resistir las inclemencias temporales de la zona. Será un silo rectangular de 2 metros de altura y con una capacidad de 6 metros cúbicos. Si multiplicamos estos  $6 \text{ m}^3$  por la densidad de nuestra astilla ( $200 \text{ kg/m}^3$ ) obtenemos que nuestro silo tiene una capacidad de 1200 kg de astilla. El silo en la zona inferior tiene una forma de cono invertido, gracias a la cual la astilla irá cayendo poco a poco y de una forma continuada.

Sabiendo que el rendimiento de nuestro secadero gracias al calor sobrante de la caldera (funcionamiento de la red de calor) es de 1,3 toneladas por hora y que necesitamos secar 0,548 toneladas al día, bastará con encender el secadero de forma simultanea al encendido de la caldera, durante una hora al día. Cargando el silo una vez cada 2 días.

Mientras que en verano cuando únicamente funciona el secadero, se ha calculado más adelante que se secarán 48 toneladas de astilla al día, por lo que el silo tendrá que cargarse cada media hora.



El silo que emplearemos será como el que se muestra en la siguiente imagen.



Figura 7: silo exterior para biomasa.  
Fuente: lasian.es

Este silo irá abierto por la parte superior, para poder echar la astilla con la pala de la excavadora.

Y en la parte inferior irá conectado un tornillo sinfín que será el encargado de llevar la biomasa desde el silo hasta el tornillo de distribución del secadero.

#### 1.3.3.2 Almacén interior

En este almacén interior se irá guardando la astilla seca tras someterse anteriormente al secador. La astilla se va almacenando en esta zona para ser introducida de forma continua y cuando sea necesario en la caldera.

El almacén cuenta con una capacidad suficiente para albergar de sobra toda la astilla necesaria en cualquier momento en la planta.

Se ha sobredimensionado respecto a la capacidad que tendría en función de la astilla necesaria para la red de calor, este dimensionado ha sido debido a que en los meses en los que la red de calor no está en funcionamiento el secadero se destina a secar astilla para su venta. Pudiendo de esta forma incrementar las ganancias diarias.



El almacén tiene unas dimensiones de 10 metros de largo por 10 de ancho, dando una superficie total de 100 metros cuadrados.



Figura 8: almacén interior de biomasa  
Fuente: freepik.es

Como hemos dicho anteriormente en el apartado del almacén exterior, la astilla llega aquí tras ser introducida en el silo exterior para pasar por el secadero y llegar aquí con la humedad correcta para su combustión.

Este almacén, es un almacén de suelo móvil, el cual está conectado directamente con la caldera por lo que la biomasa necesaria irá llegando directamente a la zona de calderas, gracias a este tipo de suelo móvil el cual de forma hidráulica va empujando la astilla (como si fuera una pala). Mientras que la biomasa seca restante quedará a la espera en el almacén.

La pala hidráulica es controlada de forma inteligente y sabe cuándo tiene que suministrar astilla a la caldera y cuando no.

### 1.3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN LA ZONA DE COMBUSTIÓN

El quemado de la biomasa se realiza gracias a 2 calderas situadas a continuación del secadero. Estas calderas funcionan de manera independiente, es decir cada una de ellas es capaz de suministrar toda la demanda de la red de calor. Por lo tanto, instalaremos 2 calderas para siempre tener funcionando alguna de ellas, por si tenemos algún fallo o por alguna revisión de 1 de las 2 calderas.

Las astillas llegan en camiones cada semana con una humedad media del 50%.

Estas astillas tras someterse al proceso de secado pasarán al almacén, gracias a un tornillo sinfín, el cual presenta las características necesarias para que no aumente su humedad.

Desde el almacén hasta la caldera serán transportados gracias a un sistema hidráulico que va empujando la biomasa, y finalmente elevadas hidráulicamente hasta el tornillo sinfín que introduce la biomasa en la zona de combustión.

Cada caldera cuenta con una potencia de 600 KW. Dentro de la caldera un sistema de pequeños rodillos va desplazando la biomasa alcanzando temperaturas de 500 – 600 °C.



Figura 9: caída de la biomasa desde el secadero  
Fuente: AVEBIOM.org

#### 1.3.3.1 Cálculo del consumo de astilla

Las astillas una vez han sido sometidas al proceso de secado, podrán ser almacenadas en el almacén o ser directamente quemadas, dependiendo de las necesidades de calefacción en la red de calor ese momento.

Para realizar el cálculo del consumo de astillas de la caldera se han utilizado los siguientes datos:

- Potencia nominal de la caldera: 2000 kW.
- Rendimiento térmico: 85%.
- Poder calorífico de la astilla de madera: 4,6 kWh/kg (pino) y 4 kWh/kg (chopo).
- Densidad de la astilla de madera: 250 kg/m<sup>3</sup> (pino) y 150 kg/m<sup>3</sup> (chopo).

ANEJO 7.INGENIERÍA DEL PROCESO

Puesto que usaremos de continuo una mezcla homogénea de madera de chopo y de pino, vamos a realizar una media entre sus valores para los cálculos. Por lo tanto, usaremos como datos un poder calorífico medio de 4,3 kWh/kg y una densidad media de 200 kg/m<sup>3</sup>.

Sabiendo que la densidad de nuestro material es de 200 kg/m<sup>3</sup>, obtenemos que el poder calorífico de nuestra astilla en kWh/m<sup>3</sup> es de 860.

Por lo tanto, el consumo por hora de nuestra caldera es de:

$$\frac{2000 \text{ KW}}{860 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \times 0,85} = 2,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

Suponiendo que la caldera funciona el máximo de horas posibles al día y al máximo de su potencia, el consumo de astilla diario será de:

$$2,74 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 24 \text{ h} = 65,76 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Estos m<sup>3</sup> de astilla consumidos al día, los pasamos a toneladas. Obteniendo un valor de:

$$65,76 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 13152 \text{ kg}/\text{día} : 1000 \text{ kg} = 13,15 \text{ T astilla}/\text{día}$$

Durante los meses de funcionamiento de la red de la caldera solo necesita funcionar 1 hora diaria, por lo que consumirá 2,74 m<sup>3</sup>, que son 548 kg de astilla al día. Por lo que se traerá un camión de astilla al mes (30 toneladas).

Por otro lado, se traerán a la planta 30 toneladas (1 camión), durante los meses de verano, cada 2 días, ya que no podemos decirle a la empresa suministradora de astilla que necesitamos 13,15 toneladas de astilla al día. Lo que sobre se irá acumulando en el almacén y llegará un momento que la astilla sobrante de cada viaje de un camión servirá para ahorrarnos una compra de astilla. Los meses de verano se secará la astilla de madera para su posterior venta como astilla seca. Este beneficio será íntegro para la empresa que nos suministra la astilla, lo que supone gracias a un contrato firmado con ellos, en un menor precio a la hora de comprar la astilla en los meses de funcionamiento de la red de calor.

A estas 30 toneladas diarias que son las que consume la caldera, hay que sumar las toneladas diarias que se van a secar en el secadero (explicado más adelante).



Figura 10: astilla de pino  
Fuente: wikipedia

### 1.3.3.2 La caldera

Una caldera de biomasa es una máquina que utiliza combustibles naturales y renovables como la madera, los residuos forestales, los residuos agrícolas, los pellets de madera y otros biocombustibles para generar calor y energía.

El combustible se quema en una cámara de combustión y el calor generado se transfiere al agua que circula por las tuberías de la caldera. El agua caliente o el vapor generado se pueden utilizar para proporcionar calefacción y agua caliente sanitaria a edificios residenciales, comerciales e industriales, así como para generar electricidad.

En nuestro caso ese calor generado es empelado en una red de calor, consiste en un sistema de tuberías que transporta el agua caliente desde la caldera hasta los edificios que demandan calefacción y ACS. La red de tuberías se conecta a un intercambiador de calor en cada edificio, que transfiere el calor del agua caliente a la calefacción central y al agua caliente sanitaria. Después de pasar por el intercambiador de calor, el agua se devuelve a la caldera para ser calentada de nuevo.



ANEJO 7.INGENIERÍA DEL PROCESO



Figura 11: caldera de biomasa  
Fuente: vagalume-energia.es

Es importante tener en cuenta que el tamaño y la capacidad de la caldera de biomasa deben ser adecuados para la demanda de calefacción de la red de calor. Además, es necesario asegurarse de que la red de tuberías esté diseñada y dimensionada adecuadamente para minimizar las pérdidas de calor y garantizar una distribución uniforme del agua caliente a todos los edificios conectados a la red.

Tras los cálculos realizados en el Anejo X: “Cálculo de la demanda energética” hemos obtenido los siguientes datos de potencia requerida:

Tabla 1: demanda energética de los edificios de la red

|                    | P. DEPORTES | CAMPO FÚTBOL | AYUNTAMIENTO | C. SALUD | COLEGIO  | GUARDERÍA | TOTAL (kWh) |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|----------|----------|-----------|-------------|
| <b>Enero</b>       | 772,38      | 644,77       | 6681,77      | 3422,68  | 5887,1   | 602,84    | 18011,54    |
| <b>Febrero</b>     | 659,42      | 633,04       | 5810         | 2945,72  | 5115,87  | 523,64    | 15687,69    |
| <b>Marzo</b>       | 744,29      | 621,32       | 5014,47      | 3352,49  | 4933,53  | 488,04    | 15154,14    |
| <b>Abril</b>       | 685,07      | 597,88       | 3998,79      | 2854,07  | 3806,9   | 248,46    | 12191,17    |
| <b>Mayo</b>        | 688,12      | 574,43       | 3333,53      | 2316,63  | 2080,49  | 144,97    | 9138,17     |
| <b>Junio</b>       | 617,9       | 539,26       | 0            | 1544,17  | 169,48   | 28,25     | 2899,06     |
| <b>Julio</b>       | 0           | 0            | 0            | 940,98   | 0        | 0         | 940,98      |
| <b>Agosto</b>      | 0           | 0            | 0            | 1254,64  | 0        | 0         | 1254,64     |
| <b>Septiembre</b>  | 617,9       | 539,26       | 3997,51      | 2400,72  | 2883,73  | 353,96    | 10793,08    |
| <b>Octubre</b>     | 688,12      | 574,43       | 5846,78      | 2913,62  | 3972,24  | 485,48    | 14480,67    |
| <b>Noviembre</b>   | 698,5       | 609,6        | 6390,48      | 3173,16  | 5620,09  | 574,78    | 17066,61    |
| <b>Diciembre</b>   | 758,33      | 633,04       | 6681,5       | 3387,58  | 5883,25  | 602,2     | 17945,9     |
| <b>TOTAL (kWh)</b> | 6930,03     | 5967,03      | 47754,83     | 30506,46 | 40352,68 | 4052,62   | 135563,65   |

A partir de la potencia y la demanda térmica de cada edificio realizaremos el dimensionado de la red de calor con las siguientes subestaciones:

Vamos a calcular también la potencia máxima diaria que necesitaremos cubrir para cada una de los distintos edificios anexionados a la red:

Tabla 2: consumo máximo diario

| RED DE CALOR    |                           |                               |              |                            |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|
| EDIFICIO        | CONSUMO TOTAL ANUAL (kWh) | DIAS EN FUNCIONAMIENTO AL AÑO | HORAS AL DÍA | CONSUMO MÁXIMO DIARIO (kW) |
| Colegio         | 40353                     | 219                           | 6            | 184,26                     |
| Campo de fútbol | 2685                      | 120                           | 2            | 22,38                      |
| Ayuntamiento    | 47755                     | 178                           | 8            | 268,29                     |
| Centro de salud | 30507                     | 269                           | 6            | 113,41                     |
| Guardería       | 4053                      | 223                           | 6            | 18,17                      |
| P. Deportes     | 6930                      | 223                           | 8            | 31,07                      |
| <b>TOTAL</b>    | <b>132283</b>             | <b>1232</b>                   | <b>36</b>    | <b>637,58</b>              |

Fuente: elaboración propia

Viendo estos datos observamos que el consumo máximo diario es muy bajo solo con estos edificios, el ayuntamiento nos ha pedido sobredimensionar la red para posibles anexiones futuras de otros edificios, por lo que nos ha pedido cubrir un consumo máximo diario de 2000 kW. A partir de la siguiente fórmula vamos a calcular la potencia de la caldera:

$$P = Q + \% \text{ Pérdidas Tuberia} + \% \text{ Inercia}$$

Siendo:

- P = Potencia de las calderas (kcal/h).
- Q = Potencia total instaladas en las subestaciones (kcal/h).

Para calcular las pérdidas de calor en tuberías, se considera un 5 % de la potencia útil instalada y se aumenta otro 5 % teniendo en cuenta la inercia.

En primer lugar, vamos a pasar la potencia de kW a Kcal/h:

$$Q = 2000 \text{ kW} \times \frac{860 \text{ Kcal/h}}{1 \text{ kW}} = 1720000 \text{ kcal/h}$$

Sabiendo la potencia necesaria en kcal/h obtenemos que:

- % de Pérdidas Tubería (5%) = 86000 Kcal/h
- % de Pérdidas Inercia (5%) = 86000 Kcal/h

Por lo que introduciendo estos datos en la fórmula ya mencionada anteriormente obtenemos:

$$P = 1720000 \frac{Kcal}{h} + 86000 \frac{Kcal}{h} + 86000 \frac{Kcal}{h} = 1892000 \frac{Kcal}{h}$$

Que pasándolo a kW nos da una potencia de:

$$P = 1892000 \frac{Kcal}{h} \times \frac{1 kW}{860 \frac{Kcal}{h}} = 2200 kW$$

Aplicando un coeficiente de simultaneidad de máximo un 80 %, obtenemos una potencia final de:

$$P = 2200 kW \times 0,8 = \mathbf{1760 kW}.$$

Por lo tanto, el generador a instalar es una caldera de 2000 kW.

Se colocarán por lo tanto dos calderas de biomasa HERZ BioFire T-CONTROL P45S 2000, debiendo ser de última generación. Para poder realizar el mantenimiento de alguna de ellas cuando queramos.



Figura 12: caldera Herz de 2 MW  
Fuente: termosun.com

La caldera de biomasa presenta las siguientes características principales:

- Diseño compacto y modular.
- T-CONTROL y sonda Lambda: gestión remota de la caldera, control de la combustión y ahorro de la energía.
- Montaje rápido mediante módulos prefabricados.
- Water Jacket: módulo de combustión refrigerado por agua.
- Limpieza automática de la cámara de combustión y de los intercambiadores.
- Doble sinfín de introducción de material.
- Parrilla móvil con movimiento continuo regulable en velocidad: para el uso de diferentes tipos de combustible.
- Extracción automática de cenizas.
- Adecuado para una presión de trabajo de 6 bares.

El funcionamiento de nuestra caldera es el siguiente:

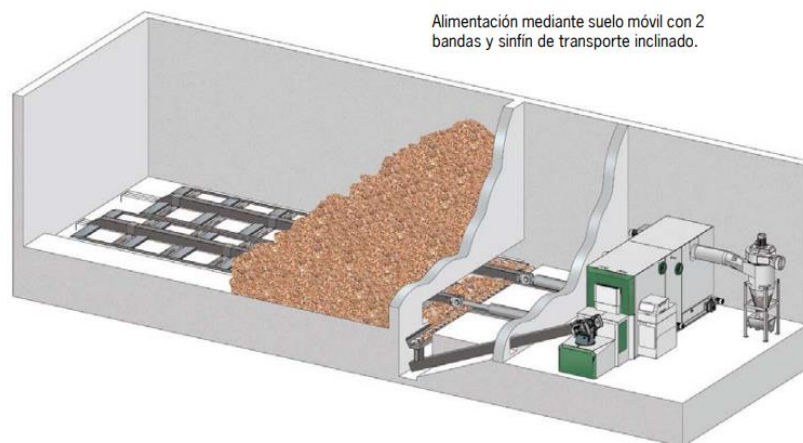


Figura 13: almacén de suelo móvil  
Fuente: Herz

La astilla de madera (pino o chopo) entra a la caldera desde el almacén interior mediante un tornillo sinfín (como en la imagen superior), encargado de empujar directamente la astilla al quemador, donde se alcanza una temperatura de 500-600 °C.

Las cenizas que se producen tras esta combustión caen a un depósito de cenizas que será vaciado por los encargados de mantenimiento cuando el depósito esté casi lleno. Estas cenizas serán llevadas a un contenedor de cenizas situado fuera del edificio de combustión para facilitar al camión de transporte su retirada cuando se llene.

Los gases a elevada temperatura producidos por la combustión ascenderán de forma natural hasta llegar al intercambiador de calor pirotubular. Ese calor gracias al intercambiador es transmitido al agua. Los gases que se producen tras esta combustión de la biomasa (en su mayoría CO<sub>2</sub>) saldrán por una chimenea directamente a la



atmósfera. Estas emisiones se consideran emisiones 0 puesto que el CO<sub>2</sub> que se desprende a la atmósfera es el que ha ido fijando el árbol a lo largo de su vida.

Las partes más importantes de nuestra caldera de biomasa son las siguientes:

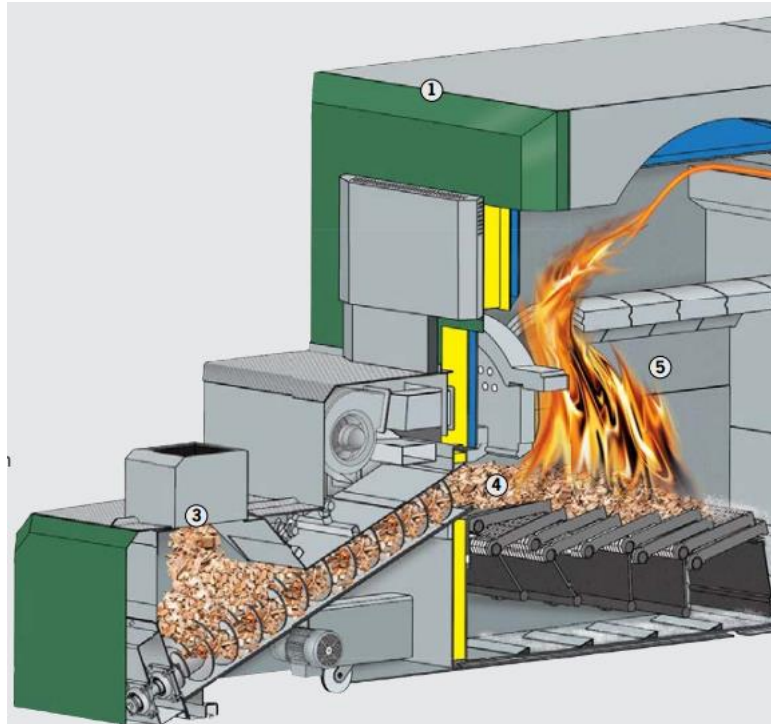


Figura 14: funcionamiento de la caldera  
Fuente: catálogo HERZ

1. Módulo cámara de combustión: es el almacén que contiene los elementos de la cámara de combustión.
2. Módulo intercambiador de calor: donde se alojan los intercambiadores pirotubulares.
3. Contenedor intermedio: contenedor por el que accede la biomasa desde el almacén interior hasta el tornillo sinfín que la empuja a la zona de combustión.
4. Encendido automático: la caldera se enciende de forma automática gracias a un soplador de aire automático.
5. Cámara de combustión: fabricada en cemento refractario de SiC (resistencia de hasta 1550 °C) con parrilla de fundición de acero cromado resistente. En esta zona se produce la combustión de la biomasa con el objetivo de generar calor y gases para calentar el agua de la red de calor.
6. Intercambiadores de calor: pirotubos por los cuales circula el agua que será calentada por el calor y los gases generados en la combustión del material. Estos intercambiadores se limpian de forma automática gracias a un sistema de turbuladores integrados.

7. Supervisión de salida y combustión automática: controlada gracias a las sondas Lambda que supervisa de forma permanente los valores de los gases y reacciona a las distintas calidades de combustible, para obtener valores de combustión perfectos y de ahorro energético.
8. Ventilador de tiro controlado por un variador de frecuencia: con regulación de vacío en la cámara de combustión.
9. Sinfín de extracción de cenizas: tanto del módulo de combustión como de la cinta transportadora del material.
10. Sinfín de extracción de cenizas del modulo del intercambiador de calor.
11. Depósito de cenizas con ruedas: lo que permite un vaciado más cómodo y sencillo de las cenizas.
12. Conexión de alimentación.
13. Conexión de retorno.
14. Aislamiento térmico de elevada eficiencia: para garantizar las mínimas pérdidas de calor.

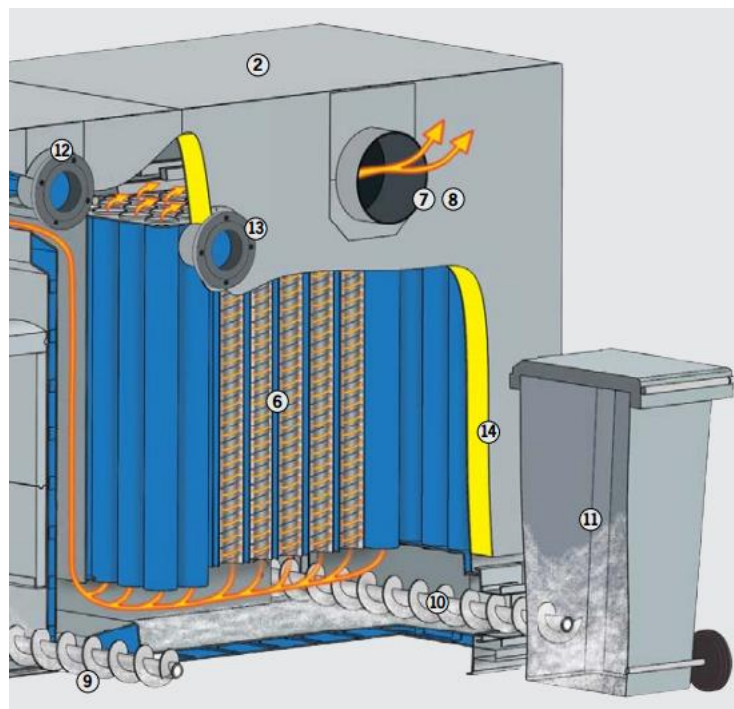


Figura 15: funcionamiento de la caldera  
Fuente: catálogo HERZ.

El mantenimiento de la caldera será llevado a cabo por 2 operarios de mantenimiento, aparte del supervisor que impondrá el ayuntamiento. Los operarios harán turnos diarios de 6:00 a 14.00 horas y el otro de 14:00 a 22:00, ambos se encargarán de revisar el correcto funcionamiento de la caldera y de su mantenimiento (como puede ser la retirada de las cenizas o la alimentación del silo de biomasa). Estos operarios se turnarán los fines de semana, para hacer guardia un finde cada uno, con el fin de que si hay algún problema en la planta siempre esté alguien disponible para atender esa emergencia.

Durante las horas nocturnas (de 22:00 a 6:00) no habrá nadie para el mantenimiento de la caldera, debido a que durante este periodo de tiempo la central no estará encendida, puesto que en estas horas nunca tendremos demanda energética.

#### 1.3.3.3 Sistema de evacuación de humos

La evacuación de los humos de la caldera se realiza gracias a conductos estancos conectados directamente a la cubierta de la central.

Estas chimeneas al ser destinadas a la evacuación de gases que provienen de la combustión de la biomasa, necesitan un diámetro mayor que las chimeneas de calderas de combustibles líquidos o gaseosos. Esto es debido a que hay que prever un volumen de gases superior, debido a que la humedad que contiene la biomasa también se evapora al combustionar el material, lo que da lugar a vapor de agua que sale al exterior junto a los gases de la combustión.

Las chimeneas de nuestra central serán de doble pared en acero inoxidable, de 350 mm de diámetro interior y de 425 mm de diámetro exterior.

Cumpliendo los siguientes criterios impuestos por la norma UNE 123003:2011:

- El tramo horizontal del sistema de evacuación con pendiente hacia el generador, sea lo más corto posible.
- Los conductos de evacuación de humos deben de ser de materiales resistentes a la acción agresiva generada por los productos de la combustión, y a las elevadas temperaturas.
- La boca de la chimenea estará colocada como mínimo a un metro por encima de la cumbrera, o bien a una distancia horizontal superior a 2,5 metros en caso de cubiertas con pendientes superiores o iguales a 20°.

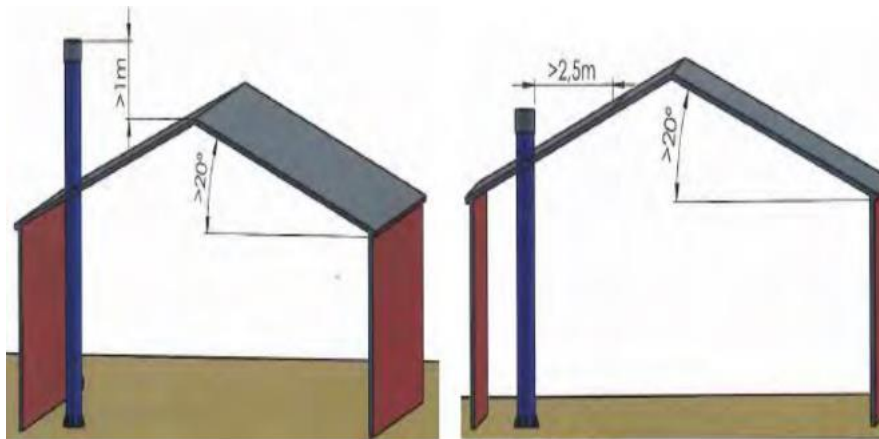


Figura 16: dimensiones mínimas de la chimenea de humos  
Fuente catálogo técnico DINAK.

#### 1.3.4 TORNILLOS SINFIN

La planta dispondrá de 2 tornillos sinfín:

- Uno de ellos conectará el silo exterior con el secadero.
- El otro será un tornillo sinfín inclinado que alimentará la caldera desde el almacén interior de suelo móvil.

Se trata de un cilindro de metal con un plano inclinado enrollado alrededor de su exterior, que se asemeja a un tornillo largo.

El tornillo de alimentación se coloca en un tubo en el que el material (la biomasa) fluye desde la tolva exterior o desde el almacén interior. A medida que el material de la tolva fluye hacia el tubo, el tornillo de alimentación gira, empujando el material a lo largo del tubo hasta donde se usará.



Figura 17: tornillo sinfín transportando biomasa.  
Fuente: avión.es

## 1.4 RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución está formado por el sistema de tuberías pre-aisladas térmicamente que transporta la energía de la central de producción a los distintos edificios anexionados a la red a través de agua caliente a 75 °C. Con unas pérdidas máximas del 3%.

Esta red de calor tiene forma de anillo, lo que se traduce en que el mismo agua que sale caliente de la central es el que retorna por el circuito en forma de anillo ya frío, para volver a ser calentado.

### SUBESTACIONES

Las subestaciones de transferencia de calor son unos dispositivos compactos para la climatización indirecta de edificios. Tienen incorporado un intercambiador de placas de acero inoxidable soldadas, que hace que el intercambio de calor sea el realmente necesario en la instalación cliente. El sistema del edificio cliente queda separado hidráulicamente de la red, de forma que problemas puntuales no afecten al funcionamiento general.

Los componentes de la estación de transferencia estarán totalmente montados y cableados con los elementos de control, realizando los ajustes necesarios para la transferencia de calor en función de la temperatura de la red, la temperatura exterior y las especificaciones del cliente.

Las subestaciones tendrán una configuración que facilite la realización de los trabajos de mantenimiento o sustitución de componentes. Estarán monitorizadas y conectadas al sistema general de gestión y control centralizado.



Estas subestaciones ocupan un espacio de entre 1,5 e 3 metros de largo por 1,5 de ancho y 2 de altura, debiendo estar situadas en una habitación con acceso para el personal de mantenimiento. Esta habitación no necesita cumplir ninguna normativa específica, ya que en ella no se manipula ningún tipo de combustible.

A continuación, vamos a explicar los distintos tramos que conforman la red de tuberías y las subestaciones:

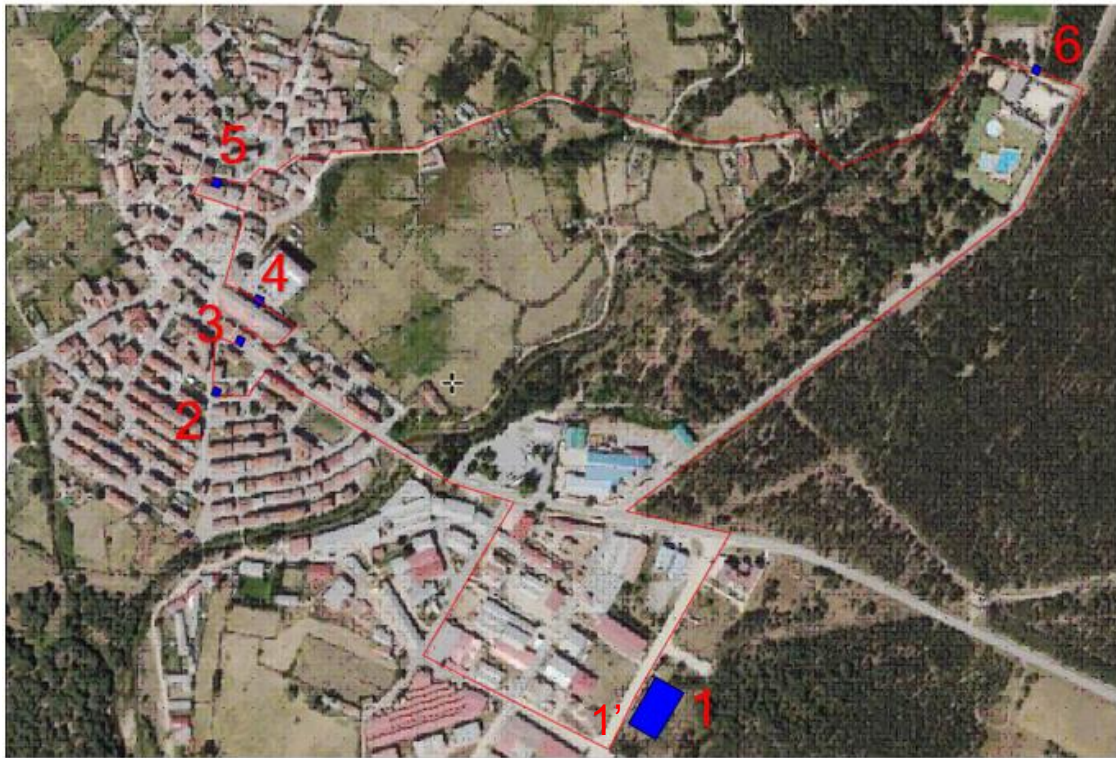


Figura 18: subestaciones de la red  
Fuente: Elaboración propia.

#### TRAMO 1 – 1'

Este primer tramo discurre desde la central de biomasa, donde gracias a la combustión de la astilla en la caldera se transfiere la energía en forma de calor al agua, hasta el depósito de inercia.

Este tramo tiene una longitud de 6 metros en dirección hacia la primera subestación, discuriendo únicamente por la C/Oporto.

### TRAMO 1' – 2

El segundo tramo de tubería tiene una longitud de 840 metros y une el depósito de inercia con la primera subestación, localizada en la guardería de la localidad.

Este tramo tiene un desnivel de 16,8 metros (pendiente del 2%) que tendrá que ser vencido gracias a la ayuda de una bomba. Y discurre por las siguientes calles y carreteras del municipio:

- C/ Nueva 1.
- AV. Félix Herrero.
- CL – 117.
- C/ Ote.
- C/ Buena Vista.

### TRAMO 2 – 3:

El tercer tramo de tubería tiene una longitud de 102 metros y conecta la primera subestación con la segunda subestación, localizada entre el centro de salud y el colegio.

Este tramo tiene un desnivel de 2,04 metros (pendiente del 2%) que tendrá que ser vencido gracias a la ayuda de una bomba. Y discurre por las siguientes calles y carreteras del municipio:

- C/ José María Elio.
- CL – 117.
- Pl. Alejandra Soria.

### TRAMO 3 – 4:

El cuarto tramo de tuberías de la red de calor tiene una longitud de 131 metros y conecta la segunda subestación con la tercera, localizada en el polideportivo.

Este tramo tiene un desnivel de 2,62 metros (pendiente del 2%) que tendrá que ser vencido gracias a la ayuda de una bomba. Y discurre por las siguientes calles y carreteras del municipio:

- C/ Nueva.
- Pl. Alejandra Soria.

### TRAMO 4 – 5:

El quinto tramo de la red de tuberías tiene una longitud de 228 metros y es el encargado de unir la tercera subestación con el ayuntamiento de la localidad (cuarta subestación).

ANEJO 7.INGENIERÍA DEL PROCESO

Este tramo tiene un desnivel de 9,12 metros (pendiente del 4%) que tendrá que ser vencido gracias a la ayuda de una bomba. Y discurre por las siguientes calles y carreteras del municipio:

- C/ Nueva.
- C/ Castillo.
- Pl. la Carta Puebla.
- C/ Santiago Lafuente.
- C/ la Iglesia.

TRAMO 5 – 6:

El sexto tramo de tubería mide 1014 metros y conecta el ayuntamiento con la quinta subestación, localizada en el campo de fútbol.

Este tramo tiene un desnivel de 20,84 metros (pendiente del 2%) que tendrá que ser vencido gracias a la ayuda de una bomba. Y discurre por las siguientes calles y carreteras del municipio:

- C/ la Iglesia.
- C/ el Lavadero.
- Paseo las Callejas (une la C/ el Lavadero con el campo de fútbol).

TRAMO 6 – 1:

El último tramo de tubería tiene una longitud de 1071 metros y une el campo de fútbol con la central de biomasa, cerrando de esta forma el anillo.

Este tramo tiene un desnivel de bajada de 10,71 metros (pendiente del 1%) que también necesitará de la ayuda de una bomba ya que en este tramo las pérdidas de carga son elevadas. Y discurre por las siguientes calles y carreteras del municipio:

- Ctra. Castroviejo.
- CL – 117.
- C/ Nueva Apertura 3.
- C/ Oporto.



ANEJO 7.INGENIERÍA DEL PROCESO

Quedando todos los tramos recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 3: red de distribución

| RED DE CALOR      |              |
|-------------------|--------------|
| TRAMO DE TUBERÍAS | LONGITUD (m) |
| 1 – 2             | 846          |
| 2 – 3             | 102          |
| 3 – 4             | 131          |
| 4 – 5             | 228          |
| 5 – 6             | 1014         |
| 6 – 1             | 1071         |
| <b>TOTAL</b>      | <b>3392</b>  |

Fuente: Elaboración propia.

## 2. DISEÑO DE LAS OPERACIONES

Ahora que sabemos como va a funcionar toda nuestra red de calor, vamos a explicar cuando va a funcionar, es decir, el programa productivo.

### 2.1 FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA

La caldera de biomasa funcionará para la red de calor todos los meses a excepción de los meses de verano (Julio y agosto), ya que durante este periodo de tiempo no se necesitará ni ACS ni calefacción en los distintos edificios de la red.

No obstante, analizando la demanda energética de los distintos edificios en el Anejo X “Cálculo de la Demanda Energética”, se observa que durante Julio y agosto el centro de salud demanda poca cantidad de ACS. Por lo que durante esos 2 meses el ACS se obtendrá gracias a la antigua caldera de gasóleo del edificio.

Durante esos meses de verano la caldera será destinada íntegramente al secado de la biomasa, por parte de una empresa de la localidad, para su posterior comercialización.

Antes de que se produzca este cambio de función de la central, se someterá la caldera a su revisión anual, donde se comprobará el correcto funcionamiento de todos los componentes, se limpiará el hollín y demás restos de la combustión.

Sabiendo que hemos colocado una caldera de 2000 kW de potencia, la cual presenta un rendimiento del 100 %, cada hora de funcionamiento la caldera será capaz de producir 2 MW. Pero está caldera esta sobredimensionada.

Sabiendo que el consumo máximo diario de los distintos edificios es el siguiente:

Tabla 4: demanda máxima diaria

| RED DE CALOR    |                           |                               |              |                            |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|
| EDIFICIO        | CONSUMO TOTAL ANUAL (kWh) | DIAS EN FUNCIONAMIENTO AL AÑO | HORAS AL DÍA | CONSUMO MÁXIMO DIARIO (kW) |
| Colegio         | 40353                     | 219                           | 6            | 184,26                     |
| Campo de fútbol | 2685                      | 120                           | 2            | 22,38                      |
| Ayuntamiento    | 47755                     | 178                           | 8            | 268,29                     |
| Centro de salud | 30507                     | 269                           | 6            | 113,41                     |
| Guardería       | 4053                      | 223                           | 6            | 18,17                      |
| P. Deportes     | 6930                      | 223                           | 8            | 31,07                      |
| <b>TOTAL</b>    | <b>132283</b>             | <b>1232</b>                   | <b>36</b>    | <b>637,58</b>              |

Fuente: elaboración propia.

Observamos que el consumo máximo diario de todos los edificios será de 640 kW, por lo que encendiendo la caldera durante 1 hora al día será más que necesario para cubrir la demanda de todos los edificios.

## 2.2 PROGRAMA PRODUCTIVO DE LA COMPRA Y SECADO DE LA ASTILLA

El secadero estará en funcionamiento todos los meses del año, bien sea para la astilla destinada a la red de calor o para la astilla destinada a su secado y posterior comercialización.

El secadero de biomasa funciona con el calor sobrante de la combustión que se produce en la caldera, ya que este calor se encarga de calentar el aire que secará la biomasa.

Diferentes estudios estiman que por cada MW de calor que llega al secadero procedente de la caldera se puede secar una tonelada de biomasa. Por lo que sabiendo que la caldera produce 2 MW a la hora y se destinan 700 kW a calentar el agua de la red:

$$2000 \text{ kW} - 700 \text{ kW} = 1300 \text{ kW} = 1,3 \text{ MW}$$

Por lo que disponemos de 1,3 MW a la hora para secar la biomasa, sabiendo que necesitamos las siguientes cantidades de astilla al día:

Tabla 5: consumo de astilla de la planta

| CONSUMO DIARIO DE ASTILLA |         |
|---------------------------|---------|
| Red de calor              | 0,548 T |
| Secadero                  | 13,15 T |

Fuente: elaboración propia

Durante los meses de funcionamiento de la red de calor, nos sirve con el encendido de la caldera durante 1 hora ya que como hemos visto antes dispones de 1,3 MW a la hora con los que podemos secar 1 tonelada. Y únicamente tenemos que secar al día 0,548 toneladas. Por lo que traeremos un camión de astilla al mes (30 toneladas).

Mientras que durante los meses de verano necesitaremos traer a la planta las 13,15 toneladas que consume la caldera por funcionar las 24 horas del día, sumadas a las toneladas que se van a secar al día:

$$2 \frac{\text{MW}}{\text{h}} * 24 \text{ h} = 48 \text{ Toneladas.}$$

El secadero será capaz de secar 48 toneladas al día, ya que en estos meses todos los MW generados en la caldera son destinados al secadero, que restadas a las 13,15 toneladas que consume la caldera al día, hacen un total de 34,85 toneladas de astilla diarias destinadas a la venta

Por lo que se traerán 2 camiones de astilla (32 toneladas) al día a la planta, y lo que sobre se irá acumulando. Cada día sobrarán 16 toneladas de astilla, por lo que, pasados 3 días, el siguiente día no hará falta traer astilla. Y así sucesivamente.

## **2.3 HORARIOS Y FUNCIONES DE LOS TRABAJADORES**

Durante la época de funcionamiento de la red de calor el mantenimiento de la central será llevado a cabo por un único empleado, el cual será un operario titulado en mantenimiento. Tendrá un turno de 6:00 a 14:00, ya que habrá que estar un rato antes de la hora de encendido de la caldera, y se quedará hasta las 14:00 para hacer una inspección diaria del correcto funcionamiento de la caldera, del control del secadero y del almacén, de la posible llegada de la biomasa en camión, para realizar el encendido y el apagado de la caldera y deberán transportar la astilla húmeda desde el almacén exterior hasta el secadero. Este encargado de mantenimiento también mantendrá su puesto en los meses de verano, durante la explotación de central únicamente para el secado.

Durante la época de funcionamiento de la planta únicamente como secadero de astilla el mantenimiento de la central será llevado a cabo por 3 operarios de mantenimiento (el que ya estaba de la red de calor y otros 2 nuevos), aparte del supervisor que impondrá el ayuntamiento. Los operarios harán turnos diarios de 6:00 a 14.00 horas, de 14:00 a 22:00 y de 22:00 a 6:00. Se encargarán de revisar el correcto funcionamiento de la caldera y de su mantenimiento como puede ser: la retirada de las cenizas o la alimentación del silo de biomasa, la descarga de los camiones de astilla, la carga del silo exterior etc. Estos operarios se turnarán los fines de semana, para hacer guardia un finde cada uno, con el fin de que si hay algún problema en la planta siempre esté alguien disponible para atender esa emergencia.

Mientras que el supervisor tendrá un turno fijo de 8:00 a 15:00 de lunes a viernes.

Durante las horas nocturnas (de 22:00 a 6:00) no habrá nadie para el mantenimiento de la caldera, aunque la caldera siga funcionando en este periodo de tiempo. Se turnarán uno cada semana para estar de guardia en este periodo de tiempo para atender cualquier posible imprevisto.

El operario de mantenimiento que trabaja a lo largo de todo el año tendrá un salario bruto anual de 25000 €, mientras que los otros 2 operario cobrarán 1700 € brutos al mes.

El supervisor tendrá un salario de 2000 € brutos al mes.



## ANEJO 8. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....                     | 2  |
| 1.1. NAVE PRINCIPAL .....                             | 2  |
| 1.1.1...LA CUBIERTA .....                             | 2  |
| 1.1.2...LA ESTRUCTURA .....                           | 3  |
| 1.1.2.1. ..PÓRTIC EXTERIOR FRONTAL.....               | 4  |
| 1.1.2.2. ..PÓRTICO EXTERIOR POSTERIOR.....            | 4  |
| 1.1.2.3. ..PÓRTICO EXTERIOR LATERAL IZQUIERDO .....   | 5  |
| 1.1.2.4. ..PÓRTICO EXTERIOR LATERAL DERECHO .....     | 6  |
| 1.1.3...CIMENTACIÓN.....                              | 6  |
| 1.1.4...CERRAMIENTOS .....                            | 8  |
| 1.1.5...SOLERA .....                                  | 8  |
| 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 LA LUMINARIA..... | 14 |
| 1.1.7.3. ..ELECTICIDAD DE LA NAVE .....               | 18 |
| 1.2. OBRAS COMPLEMENTARIAS.....                       | 23 |
| 1.2.1...CASETA DE OFICINA PREFABRICADA .....          | 23 |
| 1.2.2...PATIO EXTERIOR .....                          | 24 |
| 1.2.3...VALLADO EXTERIOR .....                        | 25 |
| 2. DIAGRAMA DE GANTT.....                             | 27 |
| 3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA .....                     | 29 |

# 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

En este proyecto se va a contemplar la construcción de una nave, la cual incluirá en primer lugar la zona del secadero, a continuación, el almacén interior y por último la zona de la caldera. En esta zona también se realizarán obras complementarias que incluirán la zona exterior de almacenaje de biomasa y el vallado.

También se instalará una pequeña oficina prefabricada donde se llevará acabo el control de la caldera, la recepción de las visitas y todo lo relacionado con el papeleo.

Las 2 parcelas elegidas para nuestro proyecto son la parcela 11 y la parcela 5 localizadas en la CL Oporto, situadas en la zona industrial del municipio de Duruelo de la Sierra (Soria).

Para realizar los cálculos de la nave principal se ha seguido el Código Técnico de la Edificación (CTE).

## 1.1 NAVE PRINCIPAL

La nave principal tendrá unas dimensiones de 40 metros de largura por 10 metros de anchura, lo que nos da una superficie total disponible de 400 m<sup>2</sup>. Esta nave incluirá la zona de la caldera que tendrá 10 metros de largo, el almacén interior otros 10 metros y finalmente el secadero, que dispondrá de 20 metros de largo.

Las paredes de nuestra nave tendrán una altura de 8 metros alcanzando una altura de 10 metros en la cumbrera del tejado, lo que nos da una caída de 2 metros de desnivel.

### 1.1.1 LA CUBIERTA

La pendiente de nuestra nave será una pendiente a dos aguas del 40 % ya que el desnivel entre la pared y la cumbrera es de 2 metros y para realizar esos 2 metros de subida avanzas 5 metros.

La cubierta será de panel sándwich, la cual ofrecerá un buen aislamiento térmico, impidiendo que se alcancen temperaturas elevadas o muy bajas en el interior de la construcción. Además, el panel sándwich permite una rápida y sencilla instalación.



Figura 1: panel tipo sándwich en cubierta.

Fuente: [panelsandwich.com](http://panelsandwich.com)

### 1.1.2 LA ESTRUCTURA

La nave estará formada por 9 pórticos, separados 5 metros entre sí. Estos pórticos no son todos iguales debido a las puertas que se colocarán para poder acceder a los distintos recintos de la nave.

El pórtico frontal dispondrá de una puerta de 8 metros de largo por 6 metros de alto, ya que es la zona que comunica el almacén exterior con el secadero, y por ella accederán constantemente excavadoras y camiones.

El pórtico trasero también dispondrá de una puerta de 5 metros de largo por 6 metros de alto, que será un acceso a la zona de calderas por si acaso existe alguna avería o algún imprevisto y es necesaria la entrada de maquinaria.

En la zona lateral también habrá una puerta de 5 metros de largo por 6 metros de alto, situada entre el 4 y el 5 pórtico, para permitir la entrada de excavadoras a la zona del almacén interior. Para empujar la biomasa hacia el tornillo de alimentación de la caldera, si fuera necesario, y para la carga de biomasa en los camiones en los meses en los que la planta se destina únicamente al secado de biomasa para su comercialización.

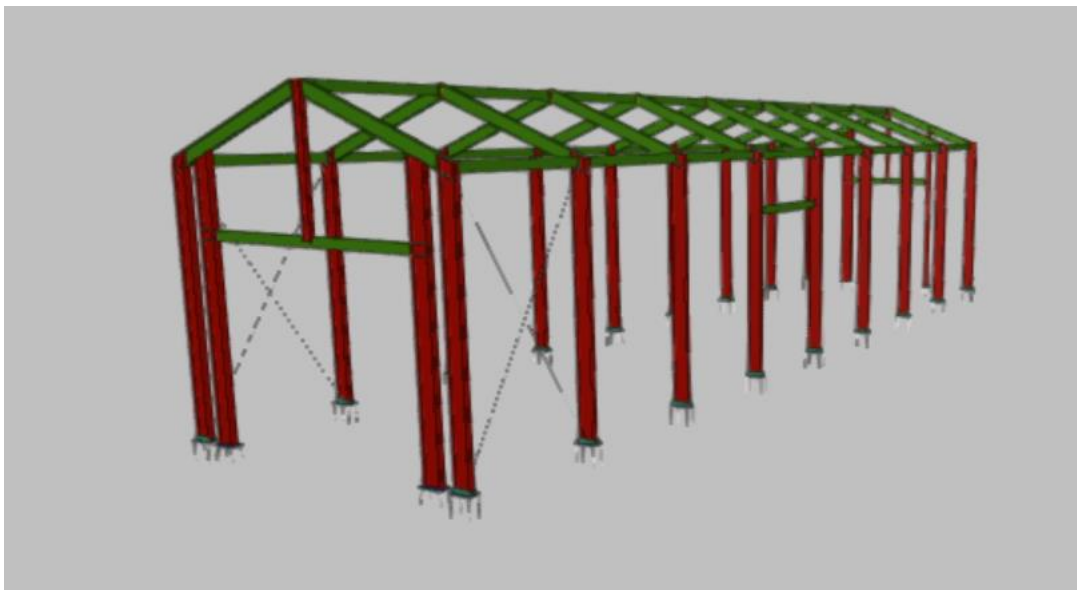


Figura 2: estructura de la nave principal.

Fuente: Cype (elaboración propia).

Toda la estructura se realizará en acero S 275 y las paredes estarán formadas por panel sándwich, conformado por chapa de acero interior con núcleo de espuma de poliuretano y chapa de acero exterior prelacada.

Dispondremos canalones de PVC de 130mm de diámetro, así como bajantes que serán de PVC y de 70mm de diámetro.



### 1.1.2.1 Pórtico exterior frontal

El pórtico exterior frontal estará conformado por 4 pilares conectados a la cubierta. Los 2 pilares laterales tendrán 8 metros de altura, mientras que los 2 centrales tendrán 8 metros y medio. Estos 2 pilares centrales están colocados con el fin de dar sujeción a la viga horizontal que conformará la puerta, esta viga de 8 metros de largo está conectada mediante una barra de 4 metros de longitud desde su parte central a la parte más alta de la nave.

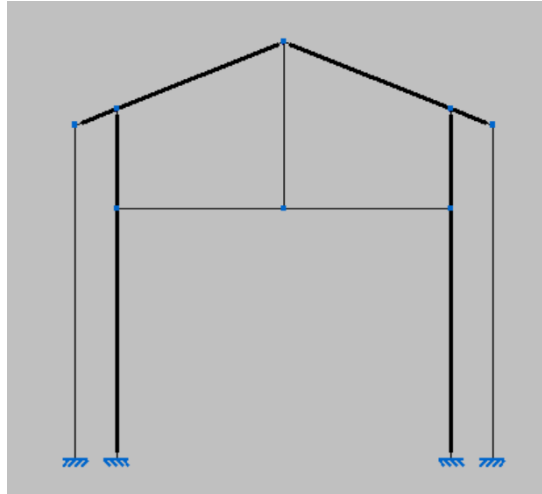


Figura 3: estructura del pórtico frontal.

Fuente: Cype (elaboración propia).

El acero de los pilares es un acero con perfil IPE 500, mientras que el acero de la barra horizontal y de la barra de unión con la cubierta es un acero con perfil IPE 300.

### 1.1.2.2 Pórtico exterior posterior

El pórtico exterior posterior estará conformado por 4 pilares conectados a la cubierta. Los 2 pilares laterales tendrán 8 metros de altura, mientras que los 2 centrales tendrán 6 metros de altura. Estos 2 pilares centrales están colocados con el fin de dar sujeción a la viga horizontal que conformará la puerta, esta viga de 5 metros de largo está conectada mediante una barra de 4 metros de longitud desde su parte central a la parte más alta de la nave.

El acero de los pilares es un acero con perfil IPE 500, mientras que el acero de la barra horizontal y de la barra de unión con la cubierta es un acero con perfil IPE 300.

ANEJO 8. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

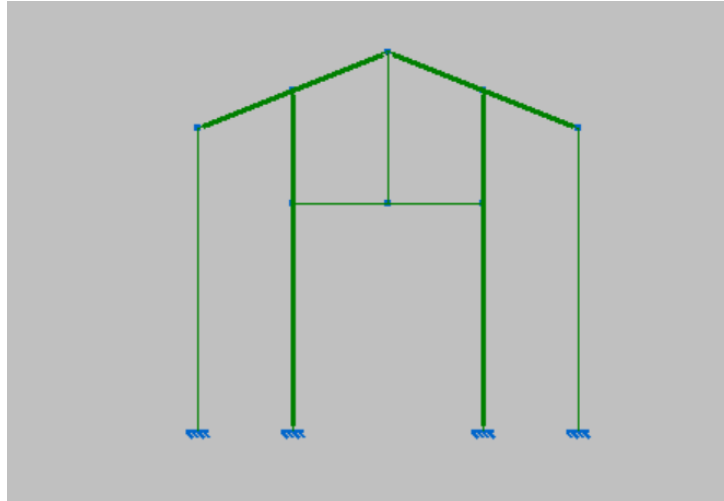


Figura 4: estructura del pórtico posterior.  
Fuente: Cype (elaboración propia).

### 1.1.2.3 Pórtico exterior lateral izquierdo

El lateral izquierdo estará conformado por 2 vigas exteriores (las de los pórticos frontal y lateral) y 7 vigas interiores conectadas a la cubierta, estas vigas interiores son parte de los 9 pórticos que conforman toda la estructura. Estos pilares tendrán 8 metros de altura.

La parte superior está conformada por una viga de 40 metros de largo, cuya finalidad es sostener la cubierta.

Entre las 2 primeras vigas encontramos una Cruz de San Andrés cuyo objetivo principal es ofrecer una mayor resistencia y sujeción.

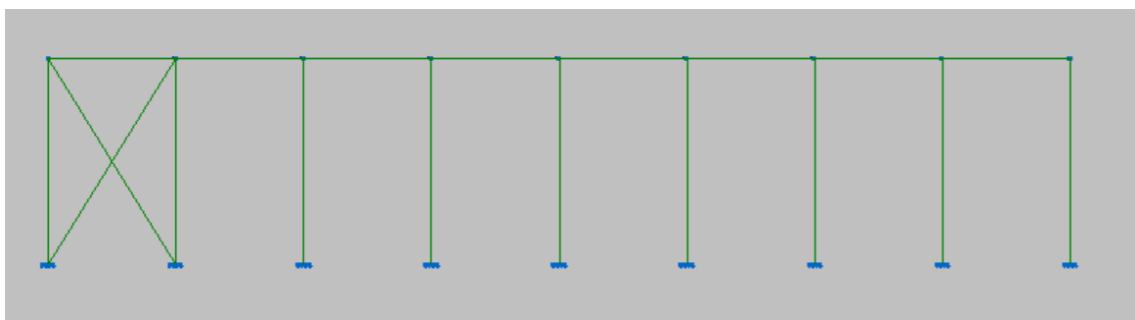


Figura 5: estructura del lateral izquierdo.  
Fuente: Cype (elaboración propia).

El acero de los pilares es un acero con perfil IPE 500, mientras que el acero de la barra horizontal que sujeta la cubierta es un acero con perfil IPE 300.

#### 1.1.2.4 Pórtico exterior lateral derecho

El lateral derecho de la nave estará conformado por 2 vigas exteriores (las de los pórticos frontal y lateral) y 7 vigas interiores conectadas a la cubierta, estas vigas interiores son parte de los 9 pórticos que conforman toda la estructura. Estos pilares tendrán 8 metros de altura.

La parte superior está conformada por una viga de 40 metros de largo, cuya finalidad es sostener la cubierta.

Entre las 2 primeras vigas encontramos una Cruz de San Andrés cuyo objetivo principal es ofrecer una mayor resistencia y sujeción.

Entre las vigas 4 y 5 nos encontramos la puerta de acceso al almacén interior, la cual dispone de una barra de 5 metros de largo colocada a 6 metros de altura, que hará de parte superior de la puerta.

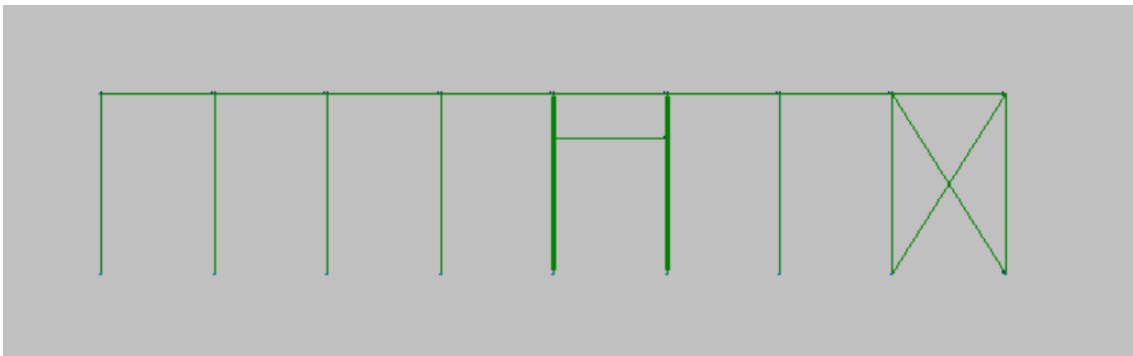


Figura 6: estructura del lateral derecho.  
Fuente: Cype (elaboración propia).

El acero de los pilares es un acero con perfil IPE 500, mientras que el acero de la barra horizontal que sujeta la cubierta es un acero con perfil IPE 300.

#### 1.1.3 CIMENTACIÓN

La cimentación será mediante zapatas aisladas, unidas entre sí por vigas de atado. Cada zapata ira colocada debajo de cada viga de los pórticos y de las barras para las puertas.

En total se colocarán 22 zapatas, pero no todas de las mismas dimensiones, ya que no todas tienen las mismas necesidades estructurales. Todas las zapatas estarán construidas en hormigón tipo HA-25, y el acero de las mismas será del tipo B-500-S.

Para describir las características de las distintas zapatas de nuestra nave, vamos a nombrarlas con una Z y un número para poder diferenciarlas:

ANEJO 8. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

- Todas las zapatas de los pórticos interiores presentan las mismas características, por lo que las vamos a llamar Z1. Estas zapatas tienen unas dimensiones de 270 x 260 x 70 cm y una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Se trata de zapatas rectangulares cuadradas de hormigón HA – 25 y de acero B 500S.
- El pórtico de la parte frontal de la nave está formado por 2 zapatas cuadradas de 220 cm de lado y 70 cm de canto, a las que llamaremos Z2, con una capa inferior de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Mientras que las zapatas que sujetan las barras de la puerta serán también zapatas cuadradas, pero de 185 cm de lado y 50 cm de canto, a las que llamaremos Z3. Todas ellas en materiales de hormigón HA – 25 y de acero tipo B 500S.
- Las zapatas de la cara posterior de la nave son todas de distinto tamaño, pero construidas en los mismos materiales, hormigón tipo HA – 25 y acero tipo B 500S. La zapata de la cara derecha del pórtico posterior será una zapata cuadrada que presenta unas dimensiones de 180 cm de lado por 70 cm de canto, a la que vamos a llamar Z4. La otra zapata del pórtico posterior será también una zapata cuadrada, pero de 200 cm de lado por 70 cm de canto, a la que vamos a denominar Z5. Ambas zapatas con una capa inferior de hormigón de limpieza de 5 cm de espesor.
- Las zapatas de las barras que dan sujeción a la puerta de la cara posterior son también de distintas dimensiones, pero de igual forma (zapatas cuadradas). La zapata más cercana la cara derecha de la nave presenta unas dimensiones de 240 cm de lado por 75 cm de canto, la cual llamaremos Z6. La última zapata que encontramos la vamos a denominar Z7 y presenta unas dimensiones de 190 cm de lado por 65 cm de canto.

La viga de atado que une todas las zapatas entre sí, menos las de la puerta frontal, medirá 40 x 40 cm con 10 cm de hormigón de limpieza, armada con barras de acero.

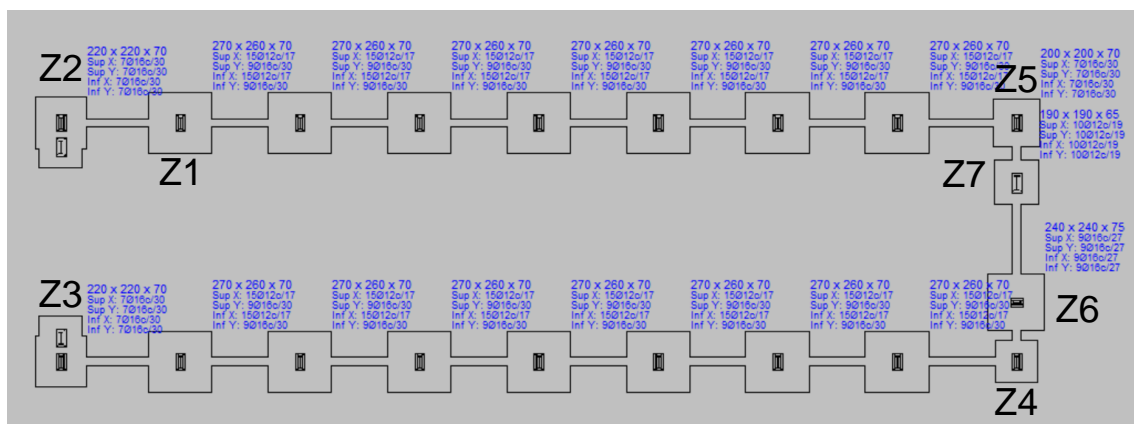


Figura 7: zapatas de la nave.  
Fuente: Cype (elaboración propia).

#### 1.1.4 CERRAMIENTOS

Las paredes estarán construidas en hormigón armado y panel sándwich y estará dimensionada de la siguiente forma:

- Los primeros 2 metros de pared estarán realizados en hormigón armado, de 20 cm de espesor.
- El resto de la pared estará cubierto de panel tipo sándwich, hasta llegar a los 8 metros en el caso de las paredes laterales, y hasta los 10 metros en el caso de las fachadas frontal y posterior.

El panel sándwich esta conformado por 2 chapas de color blanco y entre medio de ambas aislante de poliuretano de 5 cm de espesor.



Figura 8: fachada en panel sándwich y hormigón.

Fuente: tekton.es

#### 1.1.5 SOLERA

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

Sobre esta solera también se dispondrá una losa (explicada más adelante) sobre la que se colocará la caldera.

### 1.1.6 PUERTAS

En toda la nave encontraremos tres puertas distintas, que vamos a explicar a continuación:

- La puerta de la fachada frontal tendrá unas dimensiones de 9 metros de largo x 6 metros de alto. La cual servirá para que la maquinaria y los camiones basculantes puedan acceder con facilidad a la primera zona de la nave, el secadero.
- La segunda puerta que nos encontramos se sitúa en la zona del almacén interior, y tiene unas dimensiones de 5 metros de largo x 6 metros de alto. Esta puerta será empleada para controlar la zona del almacén y poder acceder con maquinaria en caso de avería o cualquier otro inconveniente.
- Por último, la puerta de la fachada posterior tendrá unas dimensiones de 5 metros de largo x 6 metros de alto, que servirá para poder realizar el montaje de la caldera y acceder a esta zona con maquinaria en caso de cualquier problema. Además de ser la puerta por la que los operarios entraran a diario para realizar el mantenimiento y las revisiones.

Estas 3 puertas serán puertas basculantes automáticas, debido a que por su gran tamaño resultaría un inconveniente tener que estar abriéndolas de forma manual. Además, dispondrán de una pequeña puerta central para el acceso diario del personal.



Figura 9: puerta basculante.  
Fuente: sacine.com

### 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

Es de vital importancia realizar un adecuado cálculo de la iluminación de la nave, ya que si no se calcula adecuadamente puede suponer problemas, tanto en exceso como por poca cantidad de luz.

- Si la cantidad de luz es insuficiente, los ojos se ven obligados a trabajar en exceso y esto deriva en fatiga visual. Esta fatiga visual provoca síntomas como jaquecas, irritación, pesadez en los párpados, etc.
- Por su parte un exceso de iluminación artificial deriva en deslumbramiento, esto es una sensación de molestia que se produce cuando la luz de un objeto es mucho mayor que la de su entorno.

Para medir la iluminación necesaria en una estancia se utiliza una unidad derivada del lumen, llamada lux. El lux indica cuánta luz hay sobre una superficie dada. Un lux equivale a 1 lumen por metro cuadrado.

Vamos a disponer 50 lux para cada una de las 3 salas de la nave, es decir, 50 lux en la zona del secadero, 50 lux en la zona de almacenaje interior y otros 50 lux en la zona de la caldera.

La nave tiene una superficie total de 400 m<sup>2</sup> (40 m x 10 m) y una altura de 8 metros. Y vamos a considerar para el cálculo una altura del plano de trabajo de:

- Altura del plano de trabajo = 1 metro.

#### Altura de ubicación de las luminarias

Vamos a aplicar las siguientes fórmulas para el cálculo:

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

$$h = \frac{3}{4} h' = \frac{3}{4} * 7 = 5,25\ metros$$

Lo que significa que las luminarias de la nave se situaran a una altura de **5,25 metros** respecto al suelo.

### Índice del local (K)

Para el cálculo del índice del local (K), vamos a emplear la siguiente fórmula:

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

Donde:

- a y b: son las medidas del local.
- h: la altura de trabajo.

Por lo que el índice del local (K) será igual a:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} = \frac{10 \times 40}{5,25 \times (10 + 40)} = \mathbf{1,524}$$

### Cálculo de los coeficientes de reflexión

la reflexión de la luz depende el tipo de material o superficie en el que incide, por tanto, no es lo mismo que los acabados de tu local sean de un material u otro en cuanto a la luz se refiere. Los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado.

Por lo que vamos a emplear la siguiente tabla:

| PINTURA/COLOR                              | COEF. REFL. | MATERIAL                             | COEF. REFL. |
|--------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| BLANCO                                     | 0.70-0.85   | MORTERO CLARO                        | 0.35-0.55   |
| TECHO ACUSTICO<br>BLANCO (según orificios) | 0.50-0.65   | MORTERO OSCURO                       | 0.20-0.30   |
| GRIS CLARO                                 | 0.40-0.50   | HORMIGON CLARO                       | 0.30-0.50   |
| GRIS OSCURO                                | 0.10-0.20   | HORMIGON OSCURO                      | 0.15-0.25   |
| NEGRO                                      | 0.03-0.07   | ARENISCA CLARA                       | 0.30-0.40   |
| CREMA, AMARILLO<br>CLARO                   | 0.50-0.75   | ARENISCA OSCURA                      | 0.15-0.25   |
| MARRON CLARO                               | 0.30-0.40   | LADRILLO CLARO                       | 0.30-0.40   |
| MARRON OSCURO                              | 0.10-0.20   | LADRILLO OSCURO                      | 0.15-0.25   |
| ROSA                                       | 0.45-0.55   | MARMOL BLANCO                        | 0.60-0.70   |
| ROJO CLARO                                 | 0.30-0.50   | GRANITO                              | 0.15-0.25   |
| ROJO OSCURO                                | 0.10-0.20   | MADERA CLARA                         | 0.30-0.50   |
| VERDE CLARO                                | 0.45-0.65   | MADERA OSCURA                        | 0.10-0.25   |
| VERDE OSCURO                               | 0.10-0.20   | ESPEJO DE VIDRIO PLATEADO            | 0.80-0.90   |
| AZUL CLARO                                 | 0.40-0.55   | ALUMINIO MATE                        | 0.55-0.60   |
| AZUL OSCURO                                | 0.05-0.15   | ALUMINIO ANODIZADO Y<br>ABRILLANTADO | 0.80-0.85   |
|                                            |             | ACERO PULIDO                         | 0.55-0.65   |

Tabla 1: coeficiente de reflexión de distintos materiales.

Fuente: upv.es



Por lo que para nuestra nave los coeficientes serán los siguientes:

- Techo color claro = 0,5.
- Pared color medio = 0,5.
- Suelo color medio = 0,3.

Sabiendo que vamos a emplear luminarias tipo

El rendimiento del local (Nr) será de **0,9**, obtenido gracias a las respectivas tablas de rendimiento.

### Coefficiente de mantenimiento

Este coeficiente hace referencia a la influencia que tiene en el flujo que emiten las lámparas el grado de limpieza de la luminaria. Dependerá, por consiguiente, del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

Vamos a tomar los valores de la siguiente tabla:

| Ambiente | Coefficiente de mantenimiento (C <sub>m</sub> ) |
|----------|-------------------------------------------------|
| Limpio   | 0.8                                             |
| Sucio    | 0.6                                             |

Tabla 2: coeficiente de mantenimiento.

Fuente: upv.es

Sabiendo que nuestra nave será un ambiente sucio, tomamos una **C<sub>m</sub> = 0,6**.

### Cálculo del flujo luminoso total

Para ello, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$F_t = \frac{E_m \times S}{N_l \times N_r \times f_m}$$

Donde:

- E<sub>m</sub> = número de lux necesario en la nave.
- S = superficie de la nave.
- N<sub>l</sub> = altura de trabajo.
- N<sub>r</sub> = rendimiento del local.
- f<sub>m</sub> = nivel de mantenimiento del local.

Por lo que con los distintos datos que hemos ido calculando en los anteriores apartados vamos a calcular el flujo luminoso:

$$Ft = \frac{150 * 400}{1 * 0,9 * 0,6} = 111111,1 \text{ lm}$$

Por lo que vamos a elegir las siguientes luminarias: Luminaria Led marca Trilux de montaje rápido para líneas continuas modelo "Cflex H1-LM MRX 5500-840 ET 01" con las siguientes características principales:

- Potencia: 47 W.
- Flujo luminoso de las luminarias: 5500 lm.
- Temperatura de color: 4000 K.



Figura 10: luminaria elegida.  
Fuente: trilux.com

#### Cálculo del número de luminarias

Para el cálculo del número de luminarias emplearemos la siguiente fórmula, en la cual se divide el total de lúmenes necesarios en la nave (calculados anteriormente) entre los lúmenes del tipo de lámpara elegida:

$$NL = \frac{Ft}{Fl} = \frac{111111,1 \text{ lm}}{5500 \text{ lm}} = 20,2 = 22 \text{ luminarias}$$

Aproximamos el número de luminarias al número par superior más próximo para que las luminarias queden distribuidas en dos filas iguales. Por lo tanto, nos quedaran 2 filas de 11 luminarias cada una.

La primera y la última de las luminarias estarán situadas a 0,75 m del pórtico frontal y posterior respectivamente. El resto estarán separada 3,5 metros entre sí.

Estas lámparas tienen 47 W cada una, por lo que en total serán 1034 W.

#### 1.1.7.2 Cálculo de los cables de las luminarias

Sabiendo que el factor de potencia de nuestras luminarias es 0,95 y que la potencia de cada una de ellas es de 47 W, vamos a pasar la potencia a voltiamperios:

$$P = 1,8 \times (P_{luminaria} * N^{\circ}_{Luminarias}) \times \cos \varphi$$

Donde:

- $P_{luminaria}$  = Potencia unitaria de las luminarias instaladas.
- $N^{\circ}_{Luminarias}$  = N° de luminarias total de la nave.
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia
- 1,8: es un valor fijo, por normativa.

Obtenemos el siguiente resultado:

$$P = 1,8 \times (22 * 47) \times 0,95 = 1768 \text{ VA}$$

#### Cálculo de la intensidad

A continuación, vamos a calcular la intensidad con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

Donde:

- P = Potencia en VA
- U = Tensión monofásica = 230 V
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia

Obteniendo el siguiente resultado:

$$I = \frac{1768}{230 * 0,95} = 8,1 \text{ A}$$

Cálculo de la intensidad de diseño

Para ello emplearemos la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{I_{real}}{F_{ct} \times F_{cc}}$$

Donde:

- I real = Intensidad calculada en el apartado anterior.
- Fct = Factor de corrección de la temperatura (Tabla x).
- Fcc = Factor de corrección del cable (Tabla x).

Para obtener la Fct vamos a emplear la siguiente tabla:

| Temperatura ambiente °C | Aislamiento |      |                                           |                            |
|-------------------------|-------------|------|-------------------------------------------|----------------------------|
|                         | PVC         | XLPE | Mineral                                   |                            |
|                         |             |      | Cubierta de PVC o desnudo accesible 70 °C | Desnudo inaccesible 105 °C |
| 10                      | 1,40        | 1,26 | 1,48                                      | 1,24                       |
| 15                      | 1,34        | 1,23 | 1,41                                      | 1,21                       |
| 20                      | 1,29        | 1,19 | 1,34                                      | 1,16                       |
| 25                      | 1,22        | 1,14 | 1,26                                      | 1,13                       |
| 30                      | 1,15        | 1,10 | 1,18                                      | 1,09                       |
| 35                      | 1,08        | 1,05 | 1,09                                      | 1,04                       |
| 40                      | 1           | 1    | 1                                         | 1                          |
| 45                      | 0,91        | 0,96 | 0,89                                      | 0,96                       |
| 50                      | 0,82        | 0,90 | 0,79                                      | 0,91                       |
| 55                      | 0,70        | 0,83 | 0,67                                      | 0,87                       |
| 60                      | 0,57        | 0,78 | 0,53                                      | 0,81                       |
| 65                      |             | 0,71 |                                           | 0,76                       |
| 70                      |             | 0,64 |                                           | 0,71                       |
| 75                      |             | 0,55 |                                           | 0,65                       |
| 80                      |             | 0,45 |                                           | 0,59                       |
| 85                      |             |      |                                           | 0,51                       |
| 90                      |             |      |                                           | 0,43                       |
| 95                      |             |      |                                           | 0,35                       |

Tabla 3: factor de corrección en función de la temperatura ambiente.

Fuente: ikastaroak.ulhi.net

Por lo que dando una temperatura media dentro de la nave de 20 °C y que el aislamiento que vamos a tener va a ser PVC, el Fct = 1,29.

Por otro lado, el factor de corrección del cable se ha elegido también en función de los datos de otra tabla:

| Ref. | Disposición cables contiguos                                              | Número de circuitos o cables multiconductores |      |     |      |      |      |      |     |     |                                                                      |     |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|      |                                                                           | 1                                             | 2    | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 12                                                                   | 16  | 20  |
| 1    | Agrupados en una superficie empotrados o embutidos                        | 1                                             | 0,8  | 0,7 | 0,65 | 0,6  | 0,55 | 0,55 | 0,5 | 0,5 | 0,45                                                                 | 0,4 | 0,4 |
| 2    | Capa única sobre muro, suelo o superficie sin perforar                    | 1                                             | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 0,75 | 0,7  | 0,7  | 0,7 | 0,7 | Sin reducción adicional para más circuitos o cables multiconductores |     |     |
| 3    | Capa única en el techo                                                    | 0,95                                          | 0,8  | 0,7 | 0,7  | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | 0,6 |                                                                      |     |     |
| 4    | Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal              | 1                                             | 0,9  | 0,8 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,7 | 0,7 |                                                                      |     |     |
| 5    | Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines), etc. | 1                                             | 0,85 | 0,8 | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,8 | 0,8 |                                                                      |     |     |

Tabla 4: factores de reducción por el agrupamiento de varios circuitos.

Fuente: ikastaroak.ulhi.net

Sabiendo que en nuestra instalación los cables estarán en capa única en el techo, el valor de  $F_{cc} = 0,95$ .

Por lo que, aplicando estos valores en la fórmula de la intensidad de diseño anteriormente mencionada, obtenemos el siguiente resultado:

$$I_d = \frac{8,1}{1,29 * 0,95} = 6,6 A$$

### Elección del cable

Para elegir el cable a emplear en nuestra instalación vamos a utilizar la siguiente tabla:

|                                                       | A1  |     | A2  |     | B1  |     | B2  |     | C   |     | D1  |     | D2   |     | E   |     | F   |     |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
|-------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|------|----|-----|----|----|----|-----|----|------|----|-------|--|-----|--|
|                                                       | II  |     | III |     | IV  |     | V   |     | VI  |     | VII |     | VIII |     | IX  |     | X   |     | XI |    | XII |    | XIII |    | XIV |    | XV |    | XVI |    | XVII |    | XVIII |  | XIX |  |
| Sección nominal del conductor mm <sup>2</sup> (Cobre) | 2x  | 3x  | 2x  | 3x  | 2x  | 3x  | 2x  | 3x  | 2x  | 3x  | 2x  | 3x  | 2x   | 3x  | 2x  | 3x  | 2x  | 3x  | 2x | 3x | 2x  | 3x | 2x   | 3x | 2x  | 3x | 2x | 3x | 2x  | 3x | 2x   | 3x |       |  |     |  |
| 1,5                                                   | 12  | 11  | 12  | 11  | 15  | 13  | 14  | 13  | 16  | 15  | 20  | 17  | 20   | 18  | 19  | 16  | -   | -   |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 2,5                                                   | 16  | 15  | 16  | 15  | 20  | 18  | 20  | 17  | 23  | 20  | 27  | 22  | 26   | 22  | 26  | 21  | -   | -   |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 4                                                     | 22  | 20  | 21  | 20  | 27  | 24  | 26  | 23  | 31  | 27  | 35  | 28  | 36   | 31  | 34  | 29  | -   | -   |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 6                                                     | 29  | 26  | 27  | 25  | 35  | 31  | 33  | 29  | 40  | 35  | 43  | 36  | 45   | 38  | 44  | 37  | -   | -   |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 10                                                    | 40  | 36  | 37  | 33  | 49  | 43  | 45  | 40  | 54  | 49  | 57  | 47  | 60   | 51  | 60  | 52  | -   | -   |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 16                                                    | 53  | 48  | 49  | 45  | 66  | 59  | 60  | 53  | 73  | 66  | 74  | 60  | 78   | 66  | 81  | 69  | -   | -   |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 25                                                    | 69  | 63  | 65  | 59  | 87  | 77  | 78  | 69  | 97  | 83  | 94  | 77  | 104  | 87  | 103 | 87  | 113 | 95  |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 35                                                    | 86  | 77  | 80  | 72  | 108 | 95  | 96  | 86  | 120 | 103 | 113 | 93  | 125  | 104 | 128 | 109 | 140 | 119 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 50                                                    | 103 | 93  | 95  | 86  | 131 | 116 | 115 | 102 | 146 | 125 | 133 | 110 | 148  | 123 | 156 | 133 | 170 | 145 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 70                                                    | 131 | 118 | 120 | 108 | 167 | 148 | 146 | 129 | 185 | 160 | 164 | 135 | 182  | 153 | 201 | 170 | 218 | 187 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 95                                                    | 158 | 142 | 145 | 130 | 201 | 180 | 174 | 155 | 224 | 194 | 193 | 160 | 218  | 183 | 245 | 207 | 264 | 229 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 120                                                   | 182 | 163 | 167 | 149 | 234 | 207 | 201 | 179 | 260 | 225 | 219 | 182 | 247  | 209 | 285 | 240 | 306 | 267 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 150                                                   | 208 | 187 | 190 | 170 | 261 | 227 | 224 | 195 | 299 | 260 | 247 | 206 | 278  | 233 | 329 | 277 | 353 | 309 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 185                                                   | 237 | 213 | 215 | 194 | 296 | 257 | 255 | 221 | 341 | 296 | 277 | 230 | 314  | 264 | 377 | 316 | 402 | 355 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 240                                                   | 279 | 248 | 253 | 227 | 348 | 301 | 299 | 258 | 401 | 350 | 319 | 266 | 362  | 304 | 447 | 374 | 475 | 421 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |
| 300                                                   | 319 | 285 | 290 | 259 | 398 | 342 | 342 | 294 | 461 | 403 | 360 | 300 | 405  | 341 | 515 | 432 | 547 | 488 |    |    |     |    |      |    |     |    |    |    |     |    |      |    |       |  |     |  |

Tabla 5: Intensidades máximas admisibles para cables con temperatura máxima de servicio en régimen permanente: 70 °C.

Fuente: miguelz.com

A partir de la tabla se ha elegido un cable multiconductor en tubo en montaje superficial o empotrado en obra (Tipo B2) de **sección 2,5 mm<sup>2</sup>** con aislamiento de PVC 2.

Ya que el de 1,5 mm<sup>2</sup> no se puede emplear por normativa.

### Caída de tensión

Para saber si nuestro cable es adecuado, es necesario el cálculo de la caída de tensión, ya que esta debe ser menor al 3 % por ser para iluminación. Para ello vamos a emplear la siguiente fórmula:

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

Donde:

- l = Longitud del cable = 40 m.
- P = Potencia de las lámparas = 1768 VA.
- U = Tensión = 230 V.
- S = Sección del cable elegido = 2,5 mm<sup>2</sup>.
- γ = Conductividad del material (Tabla x).

Para obtener la conductividad del material del cable (cobre) hemos empleado 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         |

Tabla 6: conductividad del cobre.  
Fuente: migueliez.com

Aplicando todos estos datos en la fórmula obtenemos el siguiente resultado:

$$e = \frac{2 * 40 * 1768}{47,6 * 2,5 * 230} = 5,17 V$$

Esta caída de tensión que hemos obtenido hay que dividirla entre 230 V (línea monofásica) y multiplicar el resultado por 100 para pasarlo a %:

$$\frac{5,17}{230} * 100 = 2,25 \%$$

Que es < 3%, por lo que el cable elegido es correcto.

### 1.1.7.3 Electricidad de la nave

Tendremos que disponer una instalación eléctrica de gran potencia en el interior de la nave, para cubrir toda la demanda de los distintos elementos conectados. Estos elementos serán:

- El secadero.
- Las 3 puertas basculantes automáticas.
- Los 2 tornillos sinfín para mover la biomasa.
- 3 bombas hidráulicas para el movimiento de agua (secadero, captación de agua para la red de calor y movimiento del agua hasta el depósito de inercia).

Dando todos los elementos una potencia total de 100000 W.

Por lo que comenzaremos calculando la intensidad, con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

ANEJO 8. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Donde:

- I = intensidad.
- P = potencia reactiva.
- U = 230 V
- $\text{Cos } \varphi = 0,8$

Por lo que aplicando estos datos en la fórmula:

$$I = \frac{100000}{230 * 0,8} = 543,48 \text{ A}$$

Ahora tenemos que calcular la intensidad de diseño, a partir de la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{I_{real}}{F_{ct} * F_{cc}}$$

Donde:

- $I_d$  = intensidad de diseño.
- $I_{real} = 543,84 \text{ A}$ .
- $F_{ct}$  = factor corrección de la temperatura.
- $F_{cc}$  = factor de corrección del cable.

Para calcular el factor de corrección de la temperatura emplearemos la siguiente tabla:

| Temperatura ambiente °C | Aislamiento |      |                                                      |                            |
|-------------------------|-------------|------|------------------------------------------------------|----------------------------|
|                         | PVC         | XLPE | Mineral<br>Cubierta de PVC o desnudo accesible 70 °C | Desnudo inaccesible 105 °C |
| 10                      | 1,40        | 1,26 | 1,48                                                 | 1,24                       |
| 15                      | 1,34        | 1,23 | 1,41                                                 | 1,21                       |
| 20                      | 1,29        | 1,19 | 1,34                                                 | 1,16                       |
| 25                      | 1,22        | 1,14 | 1,26                                                 | 1,13                       |
| 30                      | 1,15        | 1,10 | 1,18                                                 | 1,09                       |
| 35                      | 1,08        | 1,05 | 1,09                                                 | 1,04                       |
| 40                      | 1           | 1    | 1                                                    | 1                          |
| 45                      | 0,91        | 0,96 | 0,89                                                 | 0,96                       |
| 50                      | 0,82        | 0,90 | 0,79                                                 | 0,91                       |
| 55                      | 0,70        | 0,83 | 0,67                                                 | 0,87                       |
| 60                      | 0,57        | 0,78 | 0,53                                                 | 0,81                       |
| 65                      |             | 0,71 |                                                      | 0,76                       |
| 70                      |             | 0,64 |                                                      | 0,71                       |
| 75                      |             | 0,55 |                                                      | 0,65                       |
| 80                      |             | 0,45 |                                                      | 0,59                       |
| 85                      |             |      |                                                      | 0,51                       |
| 90                      |             |      |                                                      | 0,43                       |
| 95                      |             |      |                                                      | 0,35                       |

Tabla 7: tabla de factor de corrección por temperatura.

Fuente: ikastaroak.ulhi.net

Por lo que dando una temperatura media dentro de la nave de 20 °C y que el aislamiento que vamos a tener va a ser XLPE, el  $F_{ct} = 1,19$ .



Por otro lado, el factor de corrección del cable se ha elegido también en función de los datos de otra tabla:

| Ref. | Disposición cables contiguos                                              | Número de circuitos o cables multiconductores |      |     |      |      |      |      |     |     |                                                                      |     |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|      |                                                                           | 1                                             | 2    | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 12                                                                   | 16  | 20  |
| 1    | Agrupados en una superficie empotrados o embutidos                        | 1                                             | 0,8  | 0,7 | 0,65 | 0,6  | 0,55 | 0,55 | 0,5 | 0,5 | 0,45                                                                 | 0,4 | 0,4 |
| 2    | Capa única sobre muro, suelo o superficie sin perforar                    | 1                                             | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 0,75 | 0,7  | 0,7  | 0,7 | 0,7 | Sin reducción adicional para más circuitos o cables multiconductores |     |     |
| 3    | Capa única en el techo                                                    | 0,95                                          | 0,8  | 0,7 | 0,7  | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | 0,6 |                                                                      |     |     |
| 4    | Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal              | 1                                             | 0,9  | 0,8 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,7 | 0,7 |                                                                      |     |     |
| 5    | Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines), etc. | 1                                             | 0,85 | 0,8 | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,8 | 0,8 |                                                                      |     |     |

Tabla 8: factor de corrección del cable

Fuente: ikastaroak.ulhi.net

Sabiendo que en nuestra instalación los cables estarán en capa única sobre muro, suelo o superficie sin perforar, el valor de  $F_{cc} = 1$ .

Por lo que, aplicando estos valores en la fórmula de la intensidad de diseño anteriormente mencionada, obtenemos el siguiente resultado:

$$I_d = \frac{I_{real}}{F_{ct} * F_{cc}} = \frac{543,84 A}{1,19 * 1} = 456,71 A$$

ANEJO 8. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Ahora elegiremos el cable de la instalación a partir de la siguiente tabla:

|       |                 | 3x PVC | 2x PVC |        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |               |               |               |               |     |
|-------|-----------------|--------|--------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| A     |                 |        |        |        |               |               |               |               |               |               |               |     |
| A2    |                 | 3x PVC | 2x PVC |        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |               |               |               |               |     |
| B     |                 |        |        |        | 3x PVC        | 2x PVC        |               |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |     |
| B2    |                 |        |        | 3x PVC | 2x PVC        |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |               |               |     |
| C     |                 |        |        |        | 3x PVC        | 2x PVC        |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |               |     |
| E     |                 |        |        |        |               | 3x PVC        |               | 2x XLPE o EPR | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |     |
| F     |                 |        |        |        |               |               | 3x PVC        |               |               |               | 3x XLPE o EPR |     |
| G     |                 |        |        |        |               |               |               |               | 3x PVC        |               | 3x XLPE o EPR |     |
|       | mm <sup>2</sup> | 1      | 2      | 3      | 4             | 5             | 6             | 7             | 8             | 9             | 10            | 11  |
| Cobre | 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 |
| 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           |     |

Figura 11: elección de cable  
Fuente: ikastaroak.ulhi.net

Elegiendo un cable de cobre tipo B (conductores aislados en tubo en montaje superficial o empotrado en obra) de 240 mm<sup>2</sup> de sección con aislamiento 2x XLPE.

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, con la siguiente fórmula:

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

Donde:

- L = longitud del cable = 40 m
- P = potencia = 100000 W
- $\gamma$  = conductividad del material
- S = sección del cable = 240 mm<sup>2</sup>.
- U = 230 V.

Para calcular la conductividad del material se ha empleado 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         |

Figura 12: tabla conductividad de un material.  
Fuente: ikastaroak.ulhi.net

Eligiendo una conductividad de 47,6.

Por lo que aplicando todos los datos en la fórmula obtenemos:

$$e = \frac{l * P}{\gamma * S * U} = \frac{40 * 100000}{47,6 * 240 * 230} = 1,52 V$$

Pasándolo a porcentaje:

$$e = \frac{1,52 V}{230 V} = 0,0061 * 100 = 0,61 \% < 5\%$$

Tiene que ser menor que un 5% debido a que es monofásico, por lo que el cable elegido es correcto.

## **1.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS**

A parte de la nave principal encontramos una serie de obras complementarias:

### 1.2.1 CASETA DE OFICINA PREFABRICADA

Se instalará una pequeña oficina en una caseta de obra prefabricada, para llevar el día a día de la central y todo lo relacionado con el papeleo. Además, servirá de lugar de trabajo para los distintos trabajadores.

Tendrá unas dimensiones de 15 metros de largo por 5 de ancho, y contará con el siguiente equipamiento:

- Sala de oficina.
- Pequeña zona de vestuario y baño.

Contará tanto con agua potable como con luz.

#### Oficina

Será la zona por la que se accede a la caseta y contará con una pequeña ventana para tener luz natural.

Contará con una pequeña mesa para poder trabajar junto con unas estanterías para almacenar todo el papeleo.

Estará conectada a la zona de vestuarios por una puerta de plástico.

#### Vestuario y baño

El baño dispondrá de un lavaba, un váter y una ducha. Y será un espacio compartido con el vestuario.



Figura 13: caseta prefabricada.  
Fuente: habitatmodular.es

### 1.2.2 PATIO EXTERIOR

El patio exterior hará la función de almacén exterior para la biomasa, por lo que deberá estar acondicionado para facilitar los distintos trabajos que se realicen.

Cuenta con una superficie aproximada de 80 metros de largo por 40 metros de ancho, dando una superficie de 3200 m<sup>2</sup>.

El suelo estará dos zonas:

- Una zona sin asfaltar, en gravilla, que será la zona por la que se accede a la nave. Por lo que esta zona solo servirá como lugar de acceso.
- Otra zona de aproximadamente 2000 m<sup>2</sup> de superficie con el suelo de hormigón de 20 cm de espesor, con un armado de 5 mm cada 20 cm.

La zona de hormigón será la zona en la que se realizan todos los trabajos de la planta, tanto la carga y descarga de la biomasa como la zona de almacenaje.



Figura 14: zona de pavimento de hormigón exterior.  
Fuente: [diariodesevilla.es](http://diariodesevilla.es)

### 1.2.3 VALLADO EXTERIOR

Todo el patio exterior estará cercado con una valla metálica de simple torsión de 2 metros de alto. 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.

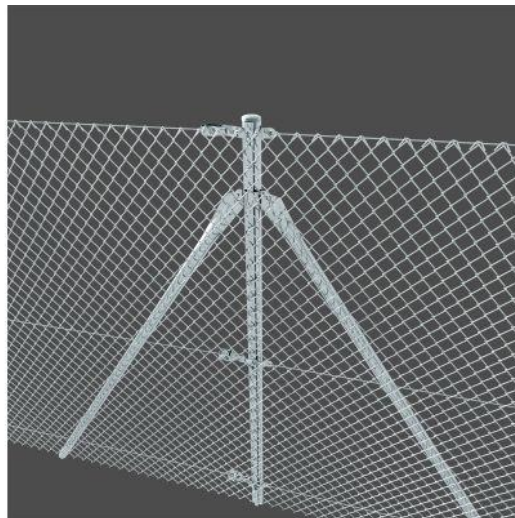


Figura 15: vallado metálico de simple torsión.  
Fuente: [fencix.com](http://fencix.com)

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. Junto con una barrera, que hará de puerta, para no tener que estar todo el día abriendo y cerrando la puerta principal.



Figura 16: barrera de la puerta de entrada.  
Fuente: aimeseguridad.es

## 2. DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt planifica la duración del proyecto y de las actividades programadas para la ejecución de las obras. Esta planificación facilita la distribución de las tareas, tratando de optimizar los recursos de los que se dispone en la obra.

Lo primero que se hace para iniciar el proceso es la solicitud de las licencias y los permisos, que es el proceso que más tiempo tarda en realizarse, porque está en manos de la administración y no se puede hacer nada para acelerarlo. En el proyecto se ha estimado que tiene una duración de 6 semanas, pero este dato no es un dato 100% exacto.

Desde la semana 7 hasta la semana 9 se lleva a cabo el proceso del replanteo, el movimiento de tierras y las excavaciones. Este proceso suele tardar entre 2 y 3 semanas, pero debido al gran tamaño de la parcela se toma una semana más como margen.

La semana 10 y 11 están dedicadas a la cimentación y a la solera, para que el hormigón fragüe adecuadamente. En las semanas 12 y 13 tiene lugar la construcción de la estructura.

Desde la semana 14 a la 16 tiene lugar la instalación y montaje de la electricidad y de los elementos de mayor tamaño, como son la caldera, el secadero y el suelo móvil del almacén interior. Durante las siguientes semanas (16 y 17) tiene lugar la instalación de la cubierta y finalmente los alicatados.

Durante todo este tiempo, desde que han sido concedidos los permisos hasta la semana 20 tiene lugar la instalación de todas las tuberías que conformarán la red de calor. Finalizando con la puesta en marcha de la obra a la semana 21.



ANEJO 8. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Tabla 9: Diagrama de Gantt

| TAREA                     | Número de semanas |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                           | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| Permisos y licencias      | █                 | █ | █ | █ | █ | █ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Replanteo                 |                   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Mov. Tierras              |                   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Excavaciones              |                   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Cimentación               |                   |   |   |   |   |   |   |   |   | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Solera                    |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Estructura                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Fontanería                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |
| Instalación eléctrica     |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |
| Instalación de la caldera |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |
| Instalación del secadero  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |
| Suelo móvil del almacén   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |
| Cubierta                  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | █  |    |    |    |    |
| Alicatados                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | █  |    |    |    |
| Tuberías agua caliente    |                   |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  | █  |
| Puesta en marcha          |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | █  |

Fuente: elaboración propia.

### **3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA**

Para realizar el cálculo de la estructura de la central de biomasa del presente proyecto se ha utilizado el programa "Cype". Lo que hace este programa es calcular la estructura de las edificaciones, calculando todos los elementos necesarios de la estructura, teniendo en cuenta las distintas cargas que afectarán a la estructura.

Se comienza introduciendo las medidas que tendrá la nave, y mediante barras y nudos se va formando la estructura a la vez que el programa te va diciendo los materiales necesarios para que la estructura cumpla 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 nieve y los vientos.

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 impuestas, por lo que la estructura es segura.

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.

## ÍNDICE

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1. DATOS DE OBRA.....                       | 2  |
| 1.1. Normas consideradas.....               | 2  |
| 1.2. Estados límite.....                    | 2  |
| 1.2.1. Situaciones de proyecto.....         | 2  |
| 2. ESTRUCTURA.....                          | 4  |
| 2.1. Geometría.....                         | 4  |
| 2.1.1. Nudos.....                           | 4  |
| 2.1.2. Barras.....                          | 5  |
| 2.2. Cargas.....                            | 11 |
| 2.2.1. Barras.....                          | 11 |
| 3. CIMENTACIÓN.....                         | 47 |
| 3.1. Elementos de cimentación aislados..... | 47 |
| 3.1.1. Descripción.....                     | 47 |
| 3.1.2. Medición.....                        | 47 |
| 3.1.3. Comprobación.....                    | 49 |
| 3.2. Vigas.....                             | 89 |
| 3.2.1. Descripción.....                     | 89 |
| 3.2.2. Medición.....                        | 89 |
| 3.2.3. Comprobación.....                    | 90 |



## 1. DATOS DE OBRA

### 1.1. Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

### 1.2. Estados límite

|                                             |                                                  |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones | CTE                                              |
| E.L.U. de rotura. Acero laminado            | Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Tensiones sobre el terreno                  | Acciones características                         |
| Desplazamientos                             |                                                  |

#### 1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{0,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{0,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

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



| Persistente o transitoria |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                           | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                           | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_s$ ) |
| Carga permanente (G)      | 1.000                                            | 1.600        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)            | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.700                       |
| Viento (Q)                | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.600                       |
| Nieve (Q)                 | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.500                       |

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

| Persistente o transitoria |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                           | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                           | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_s$ ) |
| Carga permanente (G)      | 0.800                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)            | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.700                       |
| Viento (Q)                | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.600                       |
| Nieve (Q)                 | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.500                       |

Tensiones sobre el terreno

| Característica       |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                      | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                      | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_s$ ) |
| Carga permanente (G) | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)       | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Viento (Q)           | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Nieve (Q)            | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

Desplazamientos

| Característica       |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                      | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                      | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_s$ ) |
| Carga permanente (G) | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)       | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Viento (Q)           | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Nieve (Q)            | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |



## 2. ESTRUCTURA

### 2.1. Geometría

#### 2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

| Referencia | Nudos       |        |        |                      |            |            |            |            |            |                      |
|------------|-------------|--------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
|            | Coordenadas |        |        | Vinculación exterior |            |            |            |            |            | Vinculación interior |
|            | X (m)       | Y (m)  | Z (m)  | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ |                      |
| N1         | 0.000       | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N2         | 0.000       | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N3         | 0.000       | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N4         | 0.000       | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N5         | 0.000       | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N6         | 5.000       | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N7         | 5.000       | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N8         | 5.000       | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N9         | 5.000       | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N10        | 5.000       | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N11        | 10.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N12        | 10.000      | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N13        | 10.000      | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N14        | 10.000      | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N15        | 10.000      | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N16        | 15.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N17        | 15.000      | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N18        | 15.000      | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N19        | 15.000      | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N20        | 15.000      | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N21        | 20.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N22        | 20.000      | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N23        | 20.000      | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N24        | 20.000      | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N25        | 20.000      | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N26        | 25.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N27        | 25.000      | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N28        | 25.000      | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N29        | 25.000      | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N30        | 25.000      | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N31        | 30.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N32        | 30.000      | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N33        | 30.000      | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N34        | 30.000      | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |

Producido por una versión educativa de CYPE



Producido por una versión educativa de CYPE

| Nudos      |             |        |        |                      |            |            |            |            |            |                      |
|------------|-------------|--------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas |        |        | Vinculación exterior |            |            |            |            |            | Vinculación interior |
|            | X (m)       | Y (m)  | Z (m)  | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ |                      |
| N35        | 30.000      | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N36        | 35.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N37        | 35.000      | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N38        | 35.000      | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N39        | 35.000      | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N40        | 35.000      | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N41        | 40.000      | 0.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N42        | 40.000      | 0.000  | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N43        | 40.000      | 10.000 | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N44        | 40.000      | 10.000 | 8.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N45        | 40.000      | 5.000  | 10.000 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N46        | 40.000      | 2.500  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N47        | 40.000      | 2.500  | 9.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N48        | 15.000      | 0.000  | 6.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N49        | 20.000      | 0.000  | 6.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N50        | 40.000      | 5.000  | 6.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N51        | 40.000      | 7.500  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N52        | 40.000      | 7.500  | 9.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N53        | 40.000      | 2.500  | 6.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N54        | 40.000      | 7.500  | 6.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N55        | 0.000       | 9.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N56        | 0.000       | 9.000  | 8.400  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N57        | 0.000       | 1.000  | 0.000  | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N58        | 0.000       | 1.000  | 8.400  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N59        | 0.000       | 1.000  | 6.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N60        | 0.000       | 9.000  | 6.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N61        | 0.000       | 5.000  | 6.000  | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |

## 2.1.2. Barras

### 2.1.2.1. Materiales utilizados

| Materiales utilizados                                                                                                                                                                   |             |           |       |          |             |                    |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-------|----------|-------------|--------------------|------------------|
| Material                                                                                                                                                                                |             | E (MPa)   | $\nu$ | G (MPa)  | $f_y$ (MPa) | $\alpha_t$ (m/m°C) | $\gamma$ (kN/m³) |
| Tipo                                                                                                                                                                                    | Designación |           |       |          |             |                    |                  |
| Acero laminado                                                                                                                                                                          | S275        | 210000.00 | 0.300 | 81000.00 | 275.00      | 0.000012           | 77.01            |
| Notación:<br>E: Módulo de elasticidad<br>$\nu$ : Módulo de Poisson<br>G: Módulo de cortadura<br>$f_y$ : Límite elástico<br>$\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación<br>g: Peso específico |             |           |       |          |             |                    |                  |



## 2.1.2.2. Descripción

| Descripción    |             |               |               |               |                     |            |                      |              |              |                        |                        |
|----------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material       |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sup>Sup.</sup> (m) | Lb <sup>Inf.</sup> (m) |
| Tipo           | Designación |               |               |               | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
| Acero laminado | S275        | N1/N2         | N1/N2         | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N3/N4         | N3/N4         | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N2/N58        | N2/N5         | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 0.807      | -                    | 1.00         | 10.75        | -                      | 4.200                  |
|                |             | N58/N5        | N2/N5         | IPE 400 (IPE) | -                   | 4.146      | 0.162                | 1.00         | 2.69         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N4/N56        | N4/N5         | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 0.807      | -                    | 1.00         | 10.75        | -                      | 4.200                  |
|                |             | N56/N5        | N4/N5         | IPE 400 (IPE) | -                   | 4.146      | 0.162                | 1.00         | 2.69         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N6/N7         | N6/N7         | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N8/N9         | N8/N9         | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N7/N10        | N7/N10        | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N9/N10        | N9/N10        | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N11/N12       | N11/N12       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N13/N14       | N13/N14       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N12/N15       | N12/N15       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N14/N15       | N14/N15       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N16/N48       | N16/N17       | IPE 500 (IPE) | -                   | 6.000      | -                    | 0.00         | 1.60         | 6.000                  | -                      |
|                |             | N48/N17       | N16/N17       | IPE 500 (IPE) | -                   | 1.884      | 0.116                | 0.00         | 4.80         | 2.000                  | -                      |
|                |             | N18/N19       | N18/N19       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N17/N20       | N17/N20       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N19/N20       | N19/N20       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N21/N49       | N21/N22       | IPE 500 (IPE) | -                   | 6.000      | -                    | 0.00         | 1.60         | 6.000                  | -                      |
|                |             | N49/N22       | N21/N22       | IPE 500 (IPE) | -                   | 1.884      | 0.116                | 0.00         | 4.80         | 2.000                  | -                      |
|                |             | N23/N24       | N23/N24       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N22/N25       | N22/N25       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N24/N25       | N24/N25       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N26/N27       | N26/N27       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N28/N29       | N28/N29       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N27/N30       | N27/N30       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N29/N30       | N29/N30       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|                |             | N31/N32       | N31/N32       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N33/N34       | N33/N34       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|                |             | N32/N35       | N32/N35       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |

Producido por una versión educativa de CYPE





Producido por una versión educativa de CYPE

| Material |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sup>Sup.</sup> (m) | Lb <sup>Inf.</sup> (m) |
|----------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Tipo     | Designación |               |               |               | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
|          |             | N34/N35       | N34/N35       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|          |             | N36/N37       | N36/N37       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|          |             | N38/N39       | N38/N39       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|          |             | N37/N40       | N37/N40       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|          |             | N39/N40       | N39/N40       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 5.115      | -                    | 1.00         | 2.15         | -                      | 4.200                  |
|          |             | N41/N42       | N41/N42       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|          |             | N43/N44       | N43/N44       | IPE 500 (IPE) | -                   | 7.884      | 0.116                | 0.00         | 1.20         | 8.000                  | -                      |
|          |             | N42/N47       | N42/N45       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 2.423      | -                    | 1.00         | 4.30         | -                      | 4.200                  |
|          |             | N47/N45       | N42/N45       | IPE 400 (IPE) | -                   | 2.628      | 0.065                | 1.00         | 4.30         | -                      | 4.200                  |
|          |             | N44/N52       | N44/N45       | IPE 400 (IPE) | 0.270               | 2.423      | -                    | 1.00         | 4.30         | -                      | 4.200                  |
|          |             | N52/N45       | N44/N45       | IPE 400 (IPE) | -                   | 2.628      | 0.065                | 1.00         | 4.30         | -                      | 4.200                  |
|          |             | N46/N53       | N46/N47       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.850      | 0.150                | 0.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N53/N47       | N46/N47       | IPE 300 (IPE) | 0.150               | 2.634      | 0.216                | 1.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N48/N49       | N48/N49       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 1.00         | 1.00         | 5.000                  | -                      |
|          |             | N50/N45       | N50/N45       | IPE 240 (IPE) | 0.150               | 3.850      | -                    | 1.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N51/N54       | N51/N52       | IPE 600 (IPE) | -                   | 5.850      | 0.150                | 0.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N54/N52       | N51/N52       | IPE 600 (IPE) | 0.150               | 2.634      | 0.216                | 1.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N55/N60       | N55/N56       | IPE 550 (IPE) | -                   | 5.850      | 0.150                | 0.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N60/N56       | N55/N56       | IPE 550 (IPE) | 0.150               | 2.034      | 0.216                | 1.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N57/N59       | N57/N58       | IPE 550 (IPE) | -                   | 5.850      | 0.150                | 0.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N59/N58       | N57/N58       | IPE 550 (IPE) | 0.150               | 2.034      | 0.216                | 1.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N61/N5        | N61/N5        | IPE 300 (IPE) | 0.150               | 3.850      | -                    | 1.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|          |             | N2/N7         | N2/N7         | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N7/N12        | N7/N12        | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N12/N17       | N12/N17       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N17/N22       | N17/N22       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N22/N27       | N22/N27       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N27/N32       | N27/N32       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N37/N42       | N37/N42       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N32/N37       | N32/N37       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N4/N9         | N4/N9         | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|          |             | N9/N14        | N9/N14        | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Descripción |             |               |               |               |                     |            |                      |              |              |                        |                        |
|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material    |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m)        |            |                      | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>sup.</sub> (m) | Lb <sub>inf.</sub> (m) |
| Tipo        | Designación |               |               |               | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo |              |              |                        |                        |
|             |             | N19/N24       | N19/N24       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N24/N29       | N24/N29       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N29/N34       | N29/N34       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N34/N39       | N34/N39       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N39/N44       | N39/N44       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N14/N19       | N14/N19       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N10/N15       | N10/N15       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N15/N20       | N15/N20       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N20/N25       | N20/N25       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N25/N30       | N25/N30       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N30/N35       | N30/N35       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N35/N40       | N35/N40       | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N40/N45       | N40/N45       | IPE 300 (IPE) | -                   | 4.880      | 0.120                | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N5/N10        | N5/N10        | IPE 300 (IPE) | -                   | 5.000      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N53/N50       | N53/N50       | IPE 300 (IPE) | 0.075               | 2.365      | 0.060                | 1.00         | 1.00         | 2.500                  | -                      |
|             |             | N50/N54       | N50/N54       | IPE 300 (IPE) | 0.060               | 2.140      | 0.300                | 1.00         | 1.00         | 2.500                  | -                      |
|             |             | N1/N7         | N1/N7         | R 16 (R)      | -                   | 9.434      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N6/N2         | N6/N2         | R 16 (R)      | -                   | 9.434      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N3/N9         | N3/N9         | R 16 (R)      | -                   | 9.434      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N8/N4         | N8/N4         | R 16 (R)      | -                   | 9.434      | -                    | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |
|             |             | N59/N61       | N59/N61       | IPE 300 (IPE) | 0.275               | 3.575      | 0.150                | 1.00         | 1.00         | 4.000                  | -                      |
|             |             | N61/N60       | N61/N60       | IPE 300 (IPE) | 0.150               | 3.575      | 0.275                | 1.00         | 1.00         | 4.000                  | -                      |

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final  
 $b_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $b_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 Lb<sub>sup.</sub>: Separación entre arriostramientos del ala superior  
 Lb<sub>inf.</sub>: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

| Tipos de pieza |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ref.           | Piezas                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1              | N1/N2, N3/N4, N6/N7, N8/N9, N11/N12, N13/N14, N16/N17, N18/N19, N21/N22, N23/N24, N26/N27, N28/N29, N31/N32, N33/N34, N36/N37, N38/N39, N41/N42 y N43/N44                                                                                                                      |
| 2              | N2/N5, N4/N5, N7/N10, N9/N10, N12/N15, N14/N15, N17/N20, N19/N20, N22/N25, N24/N25, N27/N30, N29/N30, N32/N35, N34/N35, N37/N40, N39/N40, N42/N45 y N44/N45                                                                                                                    |
| 3              | N46/N47, N48/N49, N61/N5, N2/N7, N7/N12, N12/N17, N17/N22, N22/N27, N27/N32, N37/N42, N32/N37, N4/N9, N9/N14, N19/N24, N24/N29, N29/N34, N34/N39, N39/N44, N14/N19, N10/N15, N15/N20, N20/N25, N25/N30, N30/N35, N35/N40, N40/N45, N5/N10, N53/N50, N50/N54, N59/N61 y N61/N60 |
| 4              | N50/N45                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5              | N51/N52                                                                                                                                                                                                                                                                        |



| Tipos de pieza |                             |
|----------------|-----------------------------|
| Ref.           | Piezas                      |
| 6              | N55/N56 y N57/N58           |
| 7              | N1/N7, N6/N2, N3/N9 y N8/N4 |

| Características mecánicas |             |      |                |                      |                        |                        |                        |                        |                       |
|---------------------------|-------------|------|----------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Material                  |             | Ref. | Descripción    | A (cm <sup>2</sup> ) | Avy (cm <sup>2</sup> ) | Avz (cm <sup>2</sup> ) | Iyy (cm <sup>4</sup> ) | Izz (cm <sup>4</sup> ) | It (cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                      | Designación |      |                |                      |                        |                        |                        |                        |                       |
| Acero laminado            | S275        | 1    | IPE 500, (IPE) | 115.50               | 48.00                  | 42.96                  | 48200.00               | 2142.00                | 89.10                 |
|                           |             | 2    | IPE 400, (IPE) | 84.50                | 36.45                  | 28.87                  | 23130.00               | 1318.00                | 51.28                 |
|                           |             | 3    | IPE 300, (IPE) | 53.80                | 24.07                  | 17.80                  | 8356.00                | 604.00                 | 19.92                 |
|                           |             | 4    | IPE 240, (IPE) | 39.10                | 17.64                  | 12.30                  | 3892.00                | 284.00                 | 12.95                 |
|                           |             | 5    | IPE 600, (IPE) | 156.00               | 62.70                  | 60.70                  | 92080.00               | 3387.00                | 165.21                |
|                           |             | 6    | IPE 550, (IPE) | 134.40               | 54.18                  | 51.51                  | 67120.00               | 2668.00                | 123.81                |
|                           |             | 7    | R 16, (R)      | 2.01                 | 1.81                   | 1.81                   | 0.32                   | 0.32                   | 0.64                  |

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

Producido por una versión educativa de CYPE

### 1.2.4. Tabla de medición

| Tabla de medición |               |               |               |              |                           |           |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------------------|-----------|
| Material          |               | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Peso (kg) |
| Tipo              | Designación   |               |               |              |                           |           |
| Acero laminado    | S275          | N1/N2         | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N3/N4         | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N2/N5         | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N4/N5         | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N6/N7         | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N8/N9         | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N7/N10        | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N9/N10        | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N11/N12       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N13/N14       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N12/N15       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N14/N15       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N16/N17       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N18/N19       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N17/N20       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N19/N20       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N21/N22       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N23/N24       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |               | N22/N25       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |               | N24/N25       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
| N26/N27           | IPE 500 (IPE) | 8.000         | 0.092         | 725.34       |                           |           |



| Tabla de medición |             |               |               |              |                           |           |
|-------------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------------------|-----------|
| Material          |             | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Peso (kg) |
| Tipo              | Designación |               |               |              |                           |           |
|                   |             | N28/N29       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |             | N27/N30       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |             | N29/N30       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |             | N31/N32       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |             | N33/N34       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |             | N32/N35       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |             | N34/N35       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |             | N36/N37       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |             | N38/N39       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |             | N37/N40       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |             | N39/N40       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |             | N41/N42       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |             | N43/N44       | IPE 500 (IPE) | 8.000        | 0.092                     | 725.34    |
|                   |             | N42/N45       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |             | N44/N45       | IPE 400 (IPE) | 5.385        | 0.046                     | 357.21    |
|                   |             | N46/N47       | IPE 300 (IPE) | 9.000        | 0.048                     | 380.10    |
|                   |             | N48/N49       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N50/N45       | IPE 240 (IPE) | 4.000        | 0.016                     | 122.77    |
|                   |             | N51/N52       | IPE 600 (IPE) | 9.000        | 0.140                     | 1102.14   |
|                   |             | N55/N56       | IPE 550 (IPE) | 8.400        | 0.113                     | 886.23    |
|                   |             | N57/N58       | IPE 550 (IPE) | 8.400        | 0.113                     | 886.23    |
|                   |             | N61/N5        | IPE 300 (IPE) | 4.000        | 0.022                     | 168.93    |
|                   |             | N2/N7         | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N7/N12        | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N12/N17       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N17/N22       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N22/N27       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N27/N32       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N37/N42       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N32/N37       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N4/N9         | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N9/N14        | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N19/N24       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N24/N29       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N29/N34       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N34/N39       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N39/N44       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N14/N19       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N10/N15       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N15/N20       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N20/N25       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N25/N30       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N30/N35       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N35/N40       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N40/N45       | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |
|                   |             | N5/N10        | IPE 300 (IPE) | 5.000        | 0.027                     | 211.16    |



| Tabla de medición |             |               |               |              |                           |           |
|-------------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------------------|-----------|
| Material          |             | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Peso (kg) |
| Tipo              | Designación |               |               |              |                           |           |
|                   |             | N53/N50       | IPE 300 (IPE) | 2.500        | 0.013                     | 105.58    |
|                   |             | N50/N54       | IPE 300 (IPE) | 2.500        | 0.013                     | 105.58    |
|                   |             | N1/N7         | R 16 (R)      | 9.434        | 0.002                     | 14.89     |
|                   |             | N6/N2         | R 16 (R)      | 9.434        | 0.002                     | 14.89     |
|                   |             | N3/N9         | R 16 (R)      | 9.434        | 0.002                     | 14.89     |
|                   |             | N8/N4         | R 16 (R)      | 9.434        | 0.002                     | 14.89     |
|                   |             | N59/N61       | IPE 300 (IPE) | 4.000        | 0.022                     | 168.93    |
|                   |             | N61/N60       | IPE 300 (IPE) | 4.000        | 0.022                     | 168.93    |

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final

### 2.1.2.5. Resumen de medición

Producido por una versión educativa de CYPE

| Resumen de medición |             |       |         |            |           |              |                          |                         |                            |             |            |               |          |
|---------------------|-------------|-------|---------|------------|-----------|--------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|------------|---------------|----------|
| Material            |             | Serie | Perfil  | Longitud   |           |              | Volumen                  |                         |                            | Peso        |            |               |          |
| Tipo                | Designación |       |         | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m <sup>3</sup> ) | Serie (m <sup>3</sup> ) | Material (m <sup>3</sup> ) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |          |
| Acero laminado      | S275        | IPE   | IPE 500 | 144.000    |           |              | 1.663                    |                         |                            | 13056.12    |            |               |          |
|                     |             |       | IPE 400 | 96.933     |           |              | 0.819                    |                         |                            | 6429.81     |            |               |          |
|                     |             |       | IPE 300 | 151.000    |           |              | 0.812                    |                         |                            | 6377.18     |            |               |          |
|                     |             |       | IPE 240 | 4.000      |           |              | 0.016                    |                         |                            | 122.77      |            |               |          |
|                     |             |       | IPE 600 | 9.000      |           |              | 0.140                    |                         |                            | 1102.14     |            |               |          |
|                     |             |       | IPE 550 | 16.800     |           |              | 0.226                    |                         |                            | 1772.47     |            |               |          |
|                     |             | R     | R 16    |            |           | 421.733      |                          |                         | 3.676                      |             |            | 28860.49      |          |
|                     |             |       |         |            |           | 37.736       |                          |                         | 0.008                      |             |            | 59.56         |          |
|                     |             |       |         |            |           | 37.736       |                          |                         | 0.008                      |             |            | 59.56         |          |
|                     |             |       |         |            |           |              |                          | 459.469                 |                            |             | 3.684      |               | 28920.05 |

### 2.1.2.6. Medición de superficies

| Acero laminado: Medición de las superficies a pintar |         |                                         |              |                              |
|------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------|--------------|------------------------------|
| Serie                                                | Perfil  | Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m) | Longitud (m) | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
| IPE                                                  | IPE 500 | 1.780                                   | 144.000      | 256.262                      |
|                                                      | IPE 400 | 1.503                                   | 96.933       | 145.671                      |
|                                                      | IPE 300 | 1.186                                   | 151.000      | 179.056                      |
|                                                      | IPE 240 | 0.948                                   | 4.000        | 3.790                        |
|                                                      | IPE 600 | 2.056                                   | 9.000        | 18.504                       |
|                                                      | IPE 550 | 1.918                                   | 16.800       | 32.219                       |
| R                                                    | R 16    | 0.050                                   | 37.736       | 1.897                        |
| Total                                                |         |                                         |              | 637.399                      |

## 2.2. Cargas

### 2.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).



- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

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

Unidades:

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

Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N1/N2            | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N1/N2            | V(0°) H1    | Uniforme | 0.487   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2            | V(0°) H1    | Uniforme | 0.091   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(0°) H1    | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(0°) H1    | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(0°) H2    | Uniforme | 0.091   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(0°) H2    | Uniforme | 0.487   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2            | V(0°) H2    | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(0°) H2    | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(90°) H1   | Uniforme | 1.560   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N1/N2            | V(90°) H1   | Uniforme | 0.033   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(90°) H1   | Uniforme | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(90°) H1   | Uniforme | 0.585   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N1/N2            | V(90°) H1   | Uniforme | 0.284   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N1/N2            | V(180°) H1  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N1/N2            | V(180°) H1  | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(180°) H1  | Uniforme | 0.091   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(180°) H1  | Uniforme | 0.325   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2            | V(180°) H2  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N1/N2            | V(180°) H2  | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(180°) H2  | Uniforme | 0.091   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(180°) H2  | Uniforme | 0.325   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2            | V(270°) H1  | Uniforme | 0.033   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N1/N2            | V(270°) H1  | Uniforme | 0.122   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2            | V(270°) H1  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N1/N2            | V(270°) H1  | Uniforme | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N3/N4            | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N3/N4            | V(0°) H1    | Uniforme | 0.325   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N3/N4            | V(0°) H1    | Uniforme | 0.091   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |                 |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N3/N4            | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(0°) H1    | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.091   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.325   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N3/N4            | V(0°) H2    | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(90°) H1   | Uniforme        | 1.560   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.033   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.585   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.284   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N3/N4            | V(180°) H1  | Uniforme        | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.091   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.487   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(180°) H2  | Uniforme        | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.091   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.487   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N3/N4            | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.033   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.122   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N3/N4            | V(270°) H1  | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N3/N4            | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N2/N58           | Peso propio | Uniforme        | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N58           | Peso propio | Uniforme        | 0.826   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N58           | Q           | Uniforme        | 1.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N58           | V H2        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V H2        | Faja            | 0.125   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V H2        | Faja            | 0.092   | -  | 0.580    | 1.077  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V H3        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V H3        | Faja            | 0.125   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V H3        | Faja            | 0.092   | -  | 0.580    | 1.077  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V H5        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V H5        | Faja            | 0.127   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V H5        | Faja            | 0.114   | -  | 0.580    | 1.077  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V H6        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V H6        | Faja            | 0.127   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V H6        | Faja            | 0.114   | -  | 0.580    | 1.077  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V(0°) H1    | Uniforme        | 1.460   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.181   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N2/N58           | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.034   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N2/N58           | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.181   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N2/N58           | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.034   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N2/N58           | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |



| Cargas en barras |             |                 |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N2/N58           | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.867   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.167   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.884   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.898   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.012   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N2/N58           | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.106   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N2/N58           | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.121   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N2/N58           | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.034   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N2/N58           | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.812   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.121   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N2/N58           | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.034   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N2/N58           | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.012   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N2/N58           | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.045   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N2/N58           | V(270°) H1  | Uniforme        | 1.016   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N2/N58           | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N2/N58           | N(EI)       | Uniforme        | 2.549   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N58           | N(R) 1      | Uniforme        | 1.274   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N2/N58           | N(R) 2      | Uniforme        | 2.549   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N58/N5           | Peso propio | Uniforme        | 0.651   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N58/N5           | Peso propio | Uniforme        | 0.826   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N58/N5           | Q           | Uniforme        | 1.000   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N58/N5           | V H2        | Uniforme        | 3.705   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V H2        | Faja            | 0.035   | -     | 3.728    | 4.308  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V H2        | Faja            | 0.092   | -     | 0.000    | 3.728  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V H3        | Uniforme        | 3.705   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V H3        | Faja            | 0.035   | -     | 3.728    | 4.308  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V H3        | Faja            | 0.092   | -     | 0.000    | 3.728  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V H5        | Uniforme        | 4.149   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V H5        | Faja            | 0.168   | -     | 3.728    | 4.308  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V H5        | Faja            | 0.114   | -     | 0.000    | 3.728  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V H6        | Faja            | 0.168   | -     | 3.728    | 4.308  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V H6        | Uniforme        | 4.149   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V H6        | Faja            | 0.114   | -     | 0.000    | 3.728  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.107   | -     | 2.962    | 3.231  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.077   | -     | 2.289    | 2.962  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.055   | -     | 1.616    | 2.289  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Trapezial       | 0.030   | 0.046 | 0.000    | 1.616  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.098   | -     | 2.568    | 3.231  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.254   | -     | 1.906    | 2.568  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.388   | -     | 1.243    | 1.906  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Trapezial       | 0.680   | 0.453 | 0.000    | 1.243  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 1.460   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |





Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |                 |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.517   | -     | 1.077    | 4.308  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.136   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.121   | -     | 3.231    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.867   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.590   | -     | 1.077    | 4.308  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.136   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.121   | -     | 3.231    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.107   | -     | 2.962    | 3.231  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.077   | -     | 2.289    | 2.962  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.055   | -     | 1.616    | 2.289  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Trapezial       | 0.030   | 0.046 | 0.000    | 1.616  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.098   | -     | 2.568    | 3.231  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.254   | -     | 1.906    | 2.568  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.388   | -     | 1.243    | 1.906  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(0°) H2    | Trapezial       | 0.680   | 0.453 | 0.000    | 1.243  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(90°) H1   | Faja            | 0.884   | -     | 0.000    | 1.615  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(90°) H1   | Faja            | 0.984   | -     | 1.615    | 4.308  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.898   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.167   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.050   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N58/N5           | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.422   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N58/N5           | V(180°) H1  | Faja            | 1.571   | -     | 2.154    | 4.308  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(180°) H1  | Faja            | 0.812   | -     | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.483   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.136   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N58/N5           | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.483   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.136   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N58/N5           | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.181   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N58/N5           | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.050   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N58/N5           | V(270°) H1  | Uniforme        | 1.016   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N58/N5           | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N58/N5           | N(EI)       | Uniforme        | 2.549   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N58/N5           | N(R) 1      | Uniforme        | 1.274   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N58/N5           | N(R) 2      | Uniforme        | 2.549   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N56           | Peso propio | Uniforme        | 0.651   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N56           | Peso propio | Uniforme        | 0.826   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N56           | Q           | Uniforme        | 1.000   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N56           | V H1        | Uniforme        | 3.705   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V H1        | Faja            | 0.125   | -     | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V H1        | Faja            | 0.092   | -     | 0.580    | 1.077  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V H3        | Uniforme        | 3.705   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V H3        | Faja            | 0.125   | -     | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |



| Cargas en barras |             |                 |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N4/N56           | V H3        | Faja            | 0.092   | -  | 0.580    | 1.077  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V H4        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V H4        | Faja            | 0.127   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V H4        | Faja            | 0.114   | -  | 0.580    | 1.077  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V H6        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V H6        | Faja            | 0.127   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V H6        | Faja            | 0.114   | -  | 0.580    | 1.077  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.812   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.121   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N4/N56           | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.034   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N4/N56           | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.121   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N4/N56           | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.034   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N4/N56           | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.898   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.884   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.012   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N4/N56           | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.106   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N4/N56           | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.181   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N4/N56           | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.034   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N4/N56           | V(180°) H1  | Uniforme        | 1.460   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.034   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N4/N56           | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.181   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N4/N56           | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.867   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.045   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N4/N56           | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.012   | -  | 0.000    | 1.077  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N4/N56           | V(270°) H1  | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N4/N56           | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N4/N56           | N(EI)       | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N56           | N(R) 1      | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N4/N56           | N(R) 2      | Uniforme        | 1.274   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N56/N5           | Peso propio | Uniforme        | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N56/N5           | Peso propio | Uniforme        | 0.826   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N56/N5           | Q           | Uniforme        | 1.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N56/N5           | V H1        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V H1        | Faja            | 0.035   | -  | 3.728    | 4.308  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V H1        | Faja            | 0.092   | -  | 0.000    | 3.728  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V H3        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V H3        | Faja            | 0.035   | -  | 3.728    | 4.308  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V H3        | Faja            | 0.092   | -  | 0.000    | 3.728  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V H4        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V H4        | Faja            | 0.168   | -  | 3.728    | 4.308  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |            |                 |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|------------|-----------------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis  | Tipo            | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |            |                 | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N56/N5           | V H4       | Faja            | 0.114   | -     | 0.000    | 3.728  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V H6       | Faja            | 0.168   | -     | 3.728    | 4.308  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V H6       | Uniforme        | 4.149   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V H6       | Faja            | 0.114   | -     | 0.000    | 3.728  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(0°) H1   | Faja            | 1.571   | -     | 2.154    | 4.308  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(0°) H1   | Faja            | 0.812   | -     | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(0°) H1   | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V(0°) H1   | Triangular Izq. | 0.136   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N56/N5           | V(0°) H1   | Triangular Izq. | 0.483   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(0°) H2   | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V(0°) H2   | Triangular Izq. | 0.483   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(0°) H2   | Triangular Izq. | 0.136   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N56/N5           | V(90°) H1  | Triangular Izq. | 0.422   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N56/N5           | V(90°) H1  | Triangular Izq. | 0.050   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N56/N5           | V(90°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V(90°) H1  | Uniforme        | 0.898   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(90°) H1  | Faja            | 0.984   | -     | 1.615    | 4.308  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(90°) H1  | Faja            | 0.884   | -     | 0.000    | 1.615  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 1.460   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.517   | -     | 1.077    | 4.308  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.098   | -     | 2.568    | 3.231  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Trapezial       | 0.030   | 0.046 | 0.000    | 1.616  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.055   | -     | 1.616    | 2.289  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Triangular Izq. | 0.136   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Triangular Izq. | 0.121   | -     | 3.231    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.107   | -     | 2.962    | 3.231  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.077   | -     | 2.289    | 2.962  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Trapezial       | 0.680   | 0.453 | 0.000    | 1.243  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.388   | -     | 1.243    | 1.906  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N56/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.254   | -     | 1.906    | 2.568  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.254   | -     | 1.906    | 2.568  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.388   | -     | 1.243    | 1.906  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Trapezial       | 0.680   | 0.453 | 0.000    | 1.243  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.590   | -     | 1.077    | 4.308  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Triangular Izq. | 0.136   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Triangular Izq. | 0.121   | -     | 3.231    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.107   | -     | 2.962    | 3.231  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.077   | -     | 2.289    | 2.962  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.055   | -     | 1.616    | 2.289  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Trapezial       | 0.030   | 0.046 | 0.000    | 1.616  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.098   | -     | 2.568    | 3.231  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N56/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.867   | -     | 0.000    | 1.077  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | V(270°) H1 | Triangular Izq. | 0.181   | -     | 0.000    | 4.308  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |



| Cargas en barras |             |                 |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N56/N5           | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.050   | -  | 0.000    | 4.308  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N56/N5           | V(270°) H1  | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N56/N5           | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N56/N5           | N(EI)       | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N56/N5           | N(R) 1      | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N56/N5           | N(R) 2      | Uniforme        | 1.274   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N6/N7            | Peso propio | Uniforme        | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N6/N7            | V(0°) H1    | Uniforme        | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N6/N7            | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N6/N7            | V(0°) H2    | Uniforme        | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N6/N7            | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N6/N7            | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.390   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N6/N7            | V(90°) H1   | Uniforme        | 2.990   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N6/N7            | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N6/N7            | V(180°) H1  | Uniforme        | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N6/N7            | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N6/N7            | V(180°) H2  | Uniforme        | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N6/N7            | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N6/N7            | V(270°) H1  | Uniforme        | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N6/N7            | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N8/N9            | Peso propio | Uniforme        | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N8/N9            | V(0°) H1    | Uniforme        | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N8/N9            | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N8/N9            | V(0°) H2    | Uniforme        | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N8/N9            | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N8/N9            | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.390   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N8/N9            | V(90°) H1   | Uniforme        | 2.990   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N8/N9            | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N8/N9            | V(180°) H1  | Uniforme        | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N8/N9            | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N8/N9            | V(180°) H2  | Uniforme        | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N8/N9            | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N8/N9            | V(270°) H1  | Uniforme        | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N8/N9            | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N7/N10           | Peso propio | Uniforme        | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N7/N10           | Peso propio | Uniforme        | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N7/N10           | Q           | Uniforme        | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N7/N10           | V H2        | Uniforme        | 2.470   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V H2        | Faja            | 4.243   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V H2        | Faja            | 1.204   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V H2        | Faja            | 3.138   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V H3        | Uniforme        | 2.470   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V H3        | Faja            | 4.243   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V H3        | Faja            | 1.204   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V H3        | Faja            | 3.138   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |

Producido por una versión educativa de CYPE



| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N7/N10           | V H5        | Uniforme | 2.766   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V H5        | Faja     | 4.320   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V H5        | Faja     | 5.701   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V H5        | Faja     | 3.867   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V H6        | Uniforme | 2.766   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V H6        | Faja     | 4.320   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V H6        | Faja     | 5.701   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V H6        | Faja     | 3.867   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(0°) H1    | Faja     | 1.460   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(0°) H1    | Faja     | 1.349   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(0°) H1    | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V(0°) H2    | Faja     | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V(0°) H2    | Faja     | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V(0°) H2    | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V(90°) H1   | Faja     | 0.098   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(90°) H1   | Faja     | 0.109   | -  | 2.693    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(90°) H1   | Uniforme | 1.347   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(90°) H1   | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V(180°) H1  | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(180°) H1  | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N7/N10           | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N7/N10           | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N7/N10           | N(R) 1      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N7/N10           | N(R) 2      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N9/N10           | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N9/N10           | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N9/N10           | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N9/N10           | V H1        | Uniforme | 2.470   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V H1        | Faja     | 4.243   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V H1        | Faja     | 1.204   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V H1        | Faja     | 3.138   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V H3        | Uniforme | 2.470   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V H3        | Faja     | 4.243   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V H3        | Faja     | 1.204   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V H3        | Faja     | 3.138   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V H4        | Uniforme | 2.766   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V H4        | Faja     | 4.320   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V H4        | Faja     | 5.701   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V H4        | Faja     | 3.867   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |

Producido por una versión educativa de CYPE



| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N9/N10           | V H6        | Uniforme | 2.766   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V H6        | Faja     | 4.320   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V H6        | Faja     | 5.701   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V H6        | Faja     | 3.867   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(0°) H1    | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(0°) H1    | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V(90°) H1   | Faja     | 0.098   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(90°) H1   | Faja     | 0.109   | -  | 2.693    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(90°) H1   | Uniforme | 1.347   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(90°) H1   | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V(180°) H1  | Faja     | 1.460   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(180°) H1  | Faja     | 1.349   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(180°) H1  | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V(180°) H2  | Faja     | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V(180°) H2  | Faja     | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V(180°) H2  | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N9/N10           | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N9/N10           | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N9/N10           | N(R) 1      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N9/N10           | N(R) 2      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N11/N12          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N11/N12          | V(0°) H1    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N11/N12          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N11/N12          | V(0°) H2    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N11/N12          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N11/N12          | V(90°) H1   | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N11/N12          | V(90°) H1   | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N11/N12          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N11/N12          | V(180°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N11/N12          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N11/N12          | V(180°) H2  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N11/N12          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N11/N12          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N11/N12          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N13/N14          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N13/N14          | V(0°) H1    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N13/N14          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N13/N14          | V(0°) H2    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N13/N14          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |

Producido por una versión educativa de CYPE





Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N13/N14          | V(90°) H1   | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N13/N14          | V(90°) H1   | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N13/N14          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N13/N14          | V(180°) H1  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N13/N14          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N13/N14          | V(180°) H2  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N13/N14          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N13/N14          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N13/N14          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N12/N15          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N12/N15          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N12/N15          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N12/N15          | V H2        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V H2        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V H2        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V H5        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V H5        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V H5        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V(0°) H1    | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V(0°) H1    | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V(0°) H2    | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V(0°) H2    | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V(180°) H1  | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V(180°) H1  | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N12/N15          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N12/N15          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N12/N15          | N(R) 1      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N12/N15          | N(R) 2      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N15          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N15          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N15          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N15          | V H1        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |



| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N14/N15          | V H1        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V H1        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V H4        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V H4        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V H4        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V(0°) H1    | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V(0°) H1    | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V(180°) H1  | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V(180°) H1  | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V(180°) H2  | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V(180°) H2  | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N14/N15          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N14/N15          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N15          | N(R) 1      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N14/N15          | N(R) 2      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N16/N48          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N16/N48          | V(0°) H1    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N16/N48          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N16/N48          | V(0°) H2    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N16/N48          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N16/N48          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N16/N48          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N16/N48          | V(180°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N16/N48          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N16/N48          | V(180°) H2  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N16/N48          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N16/N48          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N16/N48          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N48/N17          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N48/N17          | V(0°) H1    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N48/N17          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N48/N17          | V(0°) H2    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |





Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N48/N17          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N48/N17          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N48/N17          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N48/N17          | V(180°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N48/N17          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N48/N17          | V(180°) H2  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N48/N17          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N48/N17          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N48/N17          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N18/N19          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N18/N19          | V(0°) H1    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N18/N19          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N18/N19          | V(0°) H2    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N18/N19          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N18/N19          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N18/N19          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N18/N19          | V(180°) H1  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N18/N19          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N18/N19          | V(180°) H2  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N18/N19          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N18/N19          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N18/N19          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N17/N20          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N17/N20          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N17/N20          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N17/N20          | V H2        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V H2        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V H2        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V H5        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V H5        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V H5        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V(0°) H1    | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V(0°) H1    | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V(0°) H2    | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V(0°) H2    | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N17/N20          | V(180°) H1  | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V(180°) H1  | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N17/N20          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N17/N20          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N17/N20          | N(R) 1      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N17/N20          | N(R) 2      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N19/N20          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N19/N20          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N19/N20          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N19/N20          | V H1        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V H1        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V H1        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V H4        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V H4        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V H4        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V(0°) H1    | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V(0°) H1    | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V(180°) H1  | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V(180°) H1  | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V(180°) H2  | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V(180°) H2  | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N19/N20          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N19/N20          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N19/N20          | N(R) 1      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N19/N20          | N(R) 2      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N21/N49          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N21/N49          | V(0°) H1    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N21/N49          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N21/N49          | V(0°) H2    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N21/N49          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N21/N49          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N21/N49          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N21/N49          | V(180°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N21/N49          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N21/N49          | V(180°) H2  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N21/N49          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N21/N49          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N21/N49          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N49/N22          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N49/N22          | V(0°) H1    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N49/N22          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N49/N22          | V(0°) H2    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N49/N22          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N49/N22          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N49/N22          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N49/N22          | V(180°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N49/N22          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N49/N22          | V(180°) H2  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N49/N22          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N49/N22          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N49/N22          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N23/N24          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N23/N24          | V(0°) H1    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N23/N24          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N23/N24          | V(0°) H2    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N23/N24          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N23/N24          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N23/N24          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N23/N24          | V(180°) H1  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N23/N24          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N23/N24          | V(180°) H2  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N23/N24          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N23/N24          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N23/N24          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N22/N25          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N22/N25          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N22/N25          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N22/N25          | V H2        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V H2        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V H2        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V H5        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N22/N25          | V H5        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V H5        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V(0°) H1    | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V(0°) H1    | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V(0°) H2    | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V(0°) H2    | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V(180°) H1  | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V(180°) H1  | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N22/N25          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N22/N25          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N22/N25          | N(R) 1      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N22/N25          | N(R) 2      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N24/N25          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N24/N25          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N24/N25          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N24/N25          | V H1        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V H1        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V H1        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V H4        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V H4        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V H4        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V(0°) H1    | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V(0°) H1    | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V(180°) H1  | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V(180°) H1  | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N24/N25          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V(180°) H2  | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V(180°) H2  | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N24/N25          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N24/N25          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N24/N25          | N(R) 1      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N24/N25          | N(R) 2      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N26/N27          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N26/N27          | V(0°) H1    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N26/N27          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N26/N27          | V(0°) H2    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N26/N27          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N26/N27          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N26/N27          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N26/N27          | V(180°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N26/N27          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N26/N27          | V(180°) H2  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N26/N27          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N26/N27          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N26/N27          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N28/N29          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N28/N29          | V(0°) H1    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N28/N29          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N28/N29          | V(0°) H2    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N28/N29          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N28/N29          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N28/N29          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N28/N29          | V(180°) H1  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N28/N29          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N28/N29          | V(180°) H2  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N28/N29          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N28/N29          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N28/N29          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N27/N30          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N27/N30          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N27/N30          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N27/N30          | V H2        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V H2        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V H2        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V H5        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N27/N30          | V H5        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V H5        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V(0°) H1    | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V(0°) H1    | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V(0°) H2    | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V(0°) H2    | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V(180°) H1  | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V(180°) H1  | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N27/N30          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N27/N30          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N27/N30          | N(R) 1      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N27/N30          | N(R) 2      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N29/N30          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N29/N30          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N29/N30          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N29/N30          | V H1        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V H1        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V H1        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V H4        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V H4        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V H4        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V(0°) H1    | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V(0°) H1    | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V(180°) H1  | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V(180°) H1  | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |





| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N29/N30          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V(180°) H2  | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V(180°) H2  | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N29/N30          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N29/N30          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N29/N30          | N(R) 1      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N29/N30          | N(R) 2      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N31/N32          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N31/N32          | V(0°) H1    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N31/N32          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N31/N32          | V(0°) H2    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N31/N32          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N31/N32          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N31/N32          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N31/N32          | V(180°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N31/N32          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N31/N32          | V(180°) H2  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N31/N32          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N31/N32          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N31/N32          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N31/N32          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N33/N34          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N33/N34          | V(0°) H1    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N33/N34          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N33/N34          | V(0°) H2    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N33/N34          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N33/N34          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N33/N34          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N33/N34          | V(180°) H1  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N33/N34          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N33/N34          | V(180°) H2  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N33/N34          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N33/N34          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N33/N34          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N33/N34          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N32/N35          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N32/N35          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N32/N35          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N32/N35          | V H2        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V H2        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V H2        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |

Producido por una versión educativa de CYPE



| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N32/N35          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V H5        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V H5        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V H5        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V(0°) H1    | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V(0°) H1    | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V(0°) H2    | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V(0°) H2    | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V(180°) H1  | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V(180°) H1  | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N32/N35          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N32/N35          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N32/N35          | N(R) 1      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N32/N35          | N(R) 2      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N34/N35          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N34/N35          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N34/N35          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N34/N35          | V H1        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V H1        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V H1        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V H3        | Faja     | 6.240   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V H3        | Faja     | 1.771   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V H3        | Faja     | 4.615   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V H4        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V H4        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V H4        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V H6        | Faja     | 6.353   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V H6        | Faja     | 8.384   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V H6        | Faja     | 5.687   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V(0°) H1    | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V(0°) H1    | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |

Producido por una versión educativa de CYPE





| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N34/N35          | V(180°) H1  | Faja     | 2.697   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V(180°) H1  | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V(180°) H2  | Faja     | 1.733   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V(180°) H2  | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N34/N35          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N34/N35          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N34/N35          | N(R) 1      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N34/N35          | N(R) 2      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N36/N37          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N36/N37          | V(0°) H1    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N36/N37          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N36/N37          | V(0°) H2    | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N36/N37          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N36/N37          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N36/N37          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N36/N37          | V(180°) H1  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N36/N37          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N36/N37          | V(180°) H2  | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N36/N37          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N36/N37          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.390   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N36/N37          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.990   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N36/N37          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N38/N39          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N38/N39          | V(0°) H1    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N38/N39          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N38/N39          | V(0°) H2    | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N38/N39          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N38/N39          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N38/N39          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N38/N39          | V(180°) H1  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N38/N39          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N38/N39          | V(180°) H2  | Uniforme | 3.250   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N38/N39          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N38/N39          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.390   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N38/N39          | V(270°) H1  | Uniforme | 2.990   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N38/N39          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N37/N40          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N37/N40          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N37/N40          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N37/N40          | V H2        | Uniforme | 2.470   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V H2        | Faja     | 4.243   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V H2        | Faja     | 1.204   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |

Producido por una versión educativa de CYPE



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N37/N40          | V H2        | Faja     | 3.138   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V H3        | Uniforme | 2.470   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V H3        | Faja     | 4.243   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V H3        | Faja     | 1.204   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V H3        | Faja     | 3.138   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V H5        | Uniforme | 2.766   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V H5        | Faja     | 4.320   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V H5        | Faja     | 5.701   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V H5        | Faja     | 3.867   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V H6        | Uniforme | 2.766   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V H6        | Faja     | 4.320   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V H6        | Faja     | 5.701   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V H6        | Faja     | 3.867   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(0°) H1    | Faja     | 1.460   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(0°) H1    | Faja     | 1.349   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(0°) H1    | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V(0°) H2    | Faja     | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V(0°) H2    | Faja     | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V(0°) H2    | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V(180°) H1  | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(180°) H1  | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | V(270°) H1  | Faja     | 0.098   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(270°) H1  | Faja     | 0.109   | -  | 2.693    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.347   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N37/N40          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N37/N40          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N37/N40          | N(R) 1      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N37/N40          | N(R) 2      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N39/N40          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N39/N40          | Peso propio | Uniforme | 1.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N39/N40          | Q           | Uniforme | 2.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N39/N40          | V H1        | Uniforme | 2.470   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V H1        | Faja     | 4.243   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V H1        | Faja     | 1.204   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V H1        | Faja     | 3.138   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V H3        | Uniforme | 2.470   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V H3        | Faja     | 4.243   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V H3        | Faja     | 1.204   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |



| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N39/N40          | V H3        | Faja     | 3.138   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V H4        | Uniforme | 2.766   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V H4        | Faja     | 4.320   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V H4        | Faja     | 5.701   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V H4        | Faja     | 3.867   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V H6        | Uniforme | 2.766   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V H6        | Faja     | 4.320   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V H6        | Faja     | 5.701   | -  | 4.805    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V H6        | Faja     | 3.867   | -  | 0.580    | 4.805  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(0°) H1    | Faja     | 3.141   | -  | 3.231    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(0°) H1    | Faja     | 1.625   | -  | 0.000    | 3.231  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V(90°) H1   | Uniforme | 2.031   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V(180°) H1  | Faja     | 1.460   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(180°) H1  | Faja     | 1.349   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(180°) H1  | Faja     | 1.034   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V(180°) H2  | Faja     | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V(180°) H2  | Faja     | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V(180°) H2  | Faja     | 1.181   | -  | 2.154    | 5.385  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.913   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | V(270°) H1  | Faja     | 0.098   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(270°) H1  | Faja     | 0.109   | -  | 2.693    | 5.385  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.347   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N39/N40          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.334   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N39/N40          | N(EI)       | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N39/N40          | N(R) 1      | Uniforme | 5.097   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N39/N40          | N(R) 2      | Uniforme | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N41/N42          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N41/N42          | V(0°) H1    | Uniforme | 1.219   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N41/N42          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.228   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N41/N42          | V(0°) H1    | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N41/N42          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.228   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(0°) H2    | Uniforme | 1.219   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N41/N42          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N41/N42          | V(0°) H2    | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N41/N42          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.084   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.305   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N41/N42          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N41/N42          | V(90°) H1   | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(180°) H1  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |

Producido por una versión educativa de CYPE



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N41/N42          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N41/N42          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.228   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.812   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N41/N42          | V(180°) H2  | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N41/N42          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.228   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.812   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N41/N42          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.084   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.711   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N41/N42          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.560   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.585   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N41/N42          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N43/N44          | Peso propio | Uniforme | 0.889   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N43/N44          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.812   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N43/N44          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.228   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(0°) H1    | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(0°) H1    | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N43/N44          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.228   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.812   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N43/N44          | V(0°) H2    | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(0°) H2    | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N43/N44          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.084   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.305   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N43/N44          | V(90°) H1   | Uniforme | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(90°) H1   | Uniforme | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N43/N44          | V(180°) H1  | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(180°) H1  | Uniforme | 0.228   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(180°) H1  | Uniforme | 1.219   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N43/N44          | V(180°) H2  | Uniforme | 1.625   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(180°) H2  | Uniforme | 0.228   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(180°) H2  | Uniforme | 1.219   | -  | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N43/N44          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.084   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N43/N44          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.711   | -  | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N43/N44          | V(270°) H1  | Uniforme | 1.560   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N43/N44          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.585   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 1.000  | -0.000 |
| N43/N44          | V(270°) H1  | Uniforme | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -1.000 | 0.000  |
| N42/N47          | Peso propio | Uniforme | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N42/N47          | Peso propio | Uniforme | 0.826   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N42/N47          | Q           | Uniforme | 1.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N42/N47          | V H2        | Uniforme | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V H2        | Faja     | 0.125   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V H2        | Faja     | 0.092   | -  | 0.580    | 2.693  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V H3        | Faja     | 0.092   | -  | 0.580    | 2.693  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |                 |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N42/N47          | V H3        | Faja            | 0.125   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V H3        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V H5        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V H5        | Faja            | 0.127   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V H5        | Faja            | 0.114   | -  | 0.580    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V H6        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V H6        | Faja            | 0.127   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V H6        | Faja            | 0.114   | -  | 0.580    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V(0°) H1    | Faja            | 1.460   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V(0°) H1    | Faja            | 0.517   | -  | 2.154    | 2.693  | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.453   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N42/N47          | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N42/N47          | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N42/N47          | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.453   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N42/N47          | V(0°) H2    | Faja            | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V(0°) H2    | Faja            | 0.590   | -  | 2.154    | 2.693  | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V(90°) H1   | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.031   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N42/N47          | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.113   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N42/N47          | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.812   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.302   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N42/N47          | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N42/N47          | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.302   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N42/N47          | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N42/N47          | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.264   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N42/N47          | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.031   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N42/N47          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.884   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.898   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N42/N47          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N42/N47          | N(EI)       | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N42/N47          | N(R) 1      | Uniforme        | 1.274   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N42/N47          | N(R) 2      | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N47/N45          | Peso propio | Uniforme        | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N47/N45          | Peso propio | Uniforme        | 0.826   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N47/N45          | Q           | Uniforme        | 1.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N47/N45          | V H2        | Faja            | 0.092   | -  | 0.000    | 2.112  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V H2        | Faja            | 0.035   | -  | 2.112    | 2.693  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V H2        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V H3        | Faja            | 0.092   | -  | 0.000    | 2.112  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V H3        | Faja            | 0.035   | -  | 2.112    | 2.693  | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |



| Cargas en barras |            |                 |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|------------|-----------------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis  | Tipo            | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |            |                 | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N47/N45          | V H3       | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V H5       | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V H5       | Faja            | 0.168   | -  | 2.112    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V H5       | Faja            | 0.114   | -  | 0.000    | 2.112  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V H6       | Faja            | 0.168   | -  | 2.112    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V H6       | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V H6       | Faja            | 0.114   | -  | 0.000    | 2.112  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Triangular Izq. | 0.121   | -  | 1.616    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Faja            | 0.055   | -  | 0.000    | 0.673  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Faja            | 0.077   | -  | 0.673    | 1.346  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Faja            | 0.107   | -  | 1.346    | 1.616  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Faja            | 0.352   | -  | 0.000    | 0.290  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Faja            | 0.254   | -  | 0.290    | 0.953  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Faja            | 0.098   | -  | 0.953    | 1.616  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Uniforme        | 0.517   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V(0°) H1   | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Uniforme        | 0.590   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Faja            | 0.352   | -  | 0.000    | 0.290  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Faja            | 0.254   | -  | 0.290    | 0.953  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Faja            | 0.098   | -  | 0.953    | 1.616  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Faja            | 0.055   | -  | 0.000    | 0.673  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Triangular Izq. | 0.121   | -  | 1.616    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Faja            | 0.107   | -  | 1.346    | 1.616  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(0°) H2   | Faja            | 0.077   | -  | 0.673    | 1.346  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(90°) H1  | Triangular Izq. | 0.113   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(90°) H1  | Triangular Izq. | 0.031   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N47/N45          | V(90°) H1  | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V(90°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V(180°) H1 | Faja            | 1.571   | -  | 0.538    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V(180°) H1 | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N47/N45          | V(180°) H1 | Triangular Izq. | 0.302   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(180°) H1 | Faja            | 0.812   | -  | 0.000    | 0.538  | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V(180°) H1 | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V(180°) H2 | Triangular Izq. | 0.302   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N47/N45          | V(180°) H2 | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | V(180°) H2 | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N47/N45          | V(270°) H1 | Triangular Izq. | 0.264   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N47/N45          | V(270°) H1 | Triangular Izq. | 0.031   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N47/N45          | V(270°) H1 | Uniforme        | 0.984   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V(270°) H1 | Uniforme        | 0.898   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | 0.928  |
| N47/N45          | V(270°) H1 | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | -0.928 |
| N47/N45          | N(EI)      | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |

Producido por una versión educativa de CYPE





| Cargas en barras |             |                 |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N47/N45          | N(R) 1      | Uniforme        | 1.274   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N47/N45          | N(R) 2      | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N44/N52          | Peso propio | Uniforme        | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N44/N52          | Peso propio | Uniforme        | 0.826   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N44/N52          | Q           | Uniforme        | 1.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N44/N52          | V H1        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V H1        | Faja            | 0.125   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V H1        | Faja            | 0.092   | -  | 0.580    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V H3        | Faja            | 0.092   | -  | 0.580    | 2.693  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V H3        | Faja            | 0.125   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V H3        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V H4        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V H4        | Faja            | 0.127   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V H4        | Faja            | 0.114   | -  | 0.580    | 2.693  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V H6        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V H6        | Faja            | 0.127   | -  | 0.000    | 0.580  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V H6        | Faja            | 0.114   | -  | 0.580    | 2.693  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.812   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.302   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N44/N52          | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N44/N52          | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N44/N52          | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.302   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N44/N52          | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.031   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N44/N52          | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.113   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N44/N52          | V(90°) H1   | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V(180°) H1  | Faja            | 1.460   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V(180°) H1  | Faja            | 0.517   | -  | 2.154    | 2.693  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N44/N52          | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.453   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N44/N52          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V(180°) H2  | Faja            | 0.590   | -  | 2.154    | 2.693  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V(180°) H2  | Faja            | 0.867   | -  | 0.000    | 2.154  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N44/N52          | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.453   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N44/N52          | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.264   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N44/N52          | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.031   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N44/N52          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.884   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.898   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N44/N52          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N44/N52          | N(EI)       | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N44/N52          | N(R) 1      | Uniforme        | 2.549   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |



| Cargas en barras |             |                 |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N44/N52          | N(R) 2      | Uniforme        | 1.274   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N52/N45          | Peso propio | Uniforme        | 0.651   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N52/N45          | Peso propio | Uniforme        | 0.826   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N52/N45          | Q           | Uniforme        | 1.000   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N52/N45          | V H1        | Faja            | 0.092   | -  | 0.000    | 2.112  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V H1        | Faja            | 0.035   | -  | 2.112    | 2.693  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V H1        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V H3        | Faja            | 0.092   | -  | 0.000    | 2.112  | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V H3        | Faja            | 0.035   | -  | 2.112    | 2.693  | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V H3        | Uniforme        | 3.705   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V H4        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V H4        | Faja            | 0.168   | -  | 2.112    | 2.693  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V H4        | Faja            | 0.114   | -  | 0.000    | 2.112  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V H6        | Uniforme        | 4.149   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V H6        | Faja            | 0.168   | -  | 2.112    | 2.693  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V H6        | Faja            | 0.114   | -  | 0.000    | 2.112  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 1.571   | -  | 0.538    | 2.693  | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 0.812   | -  | 0.000    | 0.538  | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.302   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N52/N45          | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.302   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N52/N45          | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.031   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N52/N45          | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.113   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.167   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V(90°) H1   | Uniforme        | 1.016   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.457   | -  | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.517   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.352   | -  | 0.000    | 0.290  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.254   | -  | 0.290    | 0.953  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.098   | -  | 0.953    | 1.616  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.055   | -  | 0.000    | 0.673  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.077   | -  | 0.673    | 1.346  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.107   | -  | 1.346    | 1.616  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.121   | -  | 1.616    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.085   | -  | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.352   | -  | 0.000    | 0.290  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.254   | -  | 0.290    | 0.953  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.098   | -  | 0.953    | 1.616  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.055   | -  | 0.000    | 0.673  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.077   | -  | 0.673    | 1.346  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.107   | -  | 1.346    | 1.616  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.121   | -  | 1.616    | 2.693  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |

Producido por una versión educativa de CYPE





| Cargas en barras |             |                 |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.085   | -     | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.457   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.590   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.031   | -     | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N52/N45          | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.264   | -     | 0.000    | 2.693  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N52/N45          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.984   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.898   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.371  | 0.928  |
| N52/N45          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.167   | -     | -        | -      | Globales  | -0.000 | -0.371 | -0.928 |
| N52/N45          | N(EI)       | Uniforme        | 2.549   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N52/N45          | N(R) 1      | Uniforme        | 2.549   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N52/N45          | N(R) 2      | Uniforme        | 1.274   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N46/N53          | Peso propio | Uniforme        | 0.414   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N46/N53          | V(0°) H1    | Uniforme        | 2.462   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N46/N53          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.796   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N46/N53          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.685   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N46/N53          | V(0°) H2    | Uniforme        | 2.462   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N46/N53          | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.796   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N46/N53          | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.685   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N46/N53          | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.914   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N46/N53          | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.251   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N46/N53          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.219   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N46/N53          | V(180°) H1  | Uniforme        | 2.291   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N46/N53          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.685   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N46/N53          | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.219   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N46/N53          | V(180°) H2  | Uniforme        | 2.291   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N46/N53          | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.685   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N46/N53          | V(270°) H1  | Uniforme        | 2.133   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N46/N53          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.251   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | Peso propio | Uniforme        | 0.414   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N53/N47          | V(0°) H1    | Faja            | 2.242   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H1    | Trapezial       | 2.242   | 1.024 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.130   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H1    | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H1    | Trapezial       | 0.457   | 0.228 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H2    | Faja            | 2.242   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H2    | Trapezial       | 2.242   | 1.024 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.130   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H2    | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(0°) H2    | Trapezial       | 0.457   | 0.228 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(90°) H1   | Faja            | 0.609   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(90°) H1   | Trapezial       | 0.609   | 0.305 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(90°) H1   | Faja            | 0.167   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(90°) H1   | Trapezial       | 0.167   | 0.084 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(180°) H1  | Faja            | 1.625   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(180°) H1  | Trapezial       | 1.625   | 0.812 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |

Producido por una versión educativa de CYPE



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |                 |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N53/N47          | V(180°) H1  | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(180°) H1  | Trapezial       | 0.457   | 0.228 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(180°) H2  | Faja            | 1.625   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(180°) H2  | Trapezial       | 1.625   | 0.812 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N53/N47          | V(180°) H2  | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(180°) H2  | Trapezial       | 0.457   | 0.228 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(270°) H1  | Faja            | 1.422   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N53/N47          | V(270°) H1  | Trapezial       | 1.422   | 0.711 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N53/N47          | V(270°) H1  | Faja            | 0.167   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N53/N47          | V(270°) H1  | Trapezial       | 0.167   | 0.084 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N48/N49          | Peso propio | Uniforme        | 0.414   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N48/N49          | Peso propio | Uniforme        | 7.500   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N50/N45          | Peso propio | Uniforme        | 0.301   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 0.439   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 0.384   | -     | 3.000    | 3.108  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 0.216   | -     | 3.108    | 3.354  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 0.035   | -     | 3.354    | 3.600  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 1.332   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 1.212   | -     | 3.000    | 3.250  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 0.950   | -     | 3.250    | 3.500  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 0.727   | -     | 3.500    | 3.600  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.650   | -     | 3.600    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.457   | -     | 3.000    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 0.439   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 0.384   | -     | 3.000    | 3.108  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 0.216   | -     | 3.108    | 3.354  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 0.035   | -     | 3.354    | 3.600  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 1.332   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 1.212   | -     | 3.000    | 3.250  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 0.950   | -     | 3.250    | 3.500  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 0.727   | -     | 3.500    | 3.600  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.650   | -     | 3.600    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(0°) H2    | Triangular Izq. | 0.457   | -     | 3.000    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(90°) H1   | Faja            | 0.609   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.609   | -     | 3.000    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(90°) H1   | Faja            | 0.167   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(90°) H1   | Triangular Izq. | 0.167   | -     | 3.000    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.439   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.384   | -     | 3.000    | 3.108  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.216   | -     | 3.108    | 3.354  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.035   | -     | 3.354    | 3.600  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 1.332   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 1.212   | -     | 3.000    | 3.250  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |                 |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.950   | -     | 3.250    | 3.500  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.727   | -     | 3.500    | 3.600  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.650   | -     | 3.600    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H1  | Triangular Izq. | 0.457   | -     | 3.000    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.439   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.384   | -     | 3.000    | 3.108  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.216   | -     | 3.108    | 3.354  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.035   | -     | 3.354    | 3.600  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 1.332   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 1.212   | -     | 3.000    | 3.250  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.950   | -     | 3.250    | 3.500  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.727   | -     | 3.500    | 3.600  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.650   | -     | 3.600    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(180°) H2  | Triangular Izq. | 0.457   | -     | 3.000    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(270°) H1  | Faja            | 1.422   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N50/N45          | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 1.422   | -     | 3.000    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N50/N45          | V(270°) H1  | Faja            | 0.167   | -     | 0.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N50/N45          | V(270°) H1  | Triangular Izq. | 0.167   | -     | 3.000    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N51/N54          | Peso propio | Uniforme        | 1.201   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N51/N54          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.219   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N51/N54          | V(0°) H1    | Uniforme        | 2.291   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N51/N54          | V(0°) H1    | Uniforme        | 0.685   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N51/N54          | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.219   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N51/N54          | V(0°) H2    | Uniforme        | 2.291   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N51/N54          | V(0°) H2    | Uniforme        | 0.685   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N51/N54          | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.914   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N51/N54          | V(90°) H1   | Uniforme        | 0.251   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N51/N54          | V(180°) H1  | Uniforme        | 2.462   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N51/N54          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.796   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N51/N54          | V(180°) H1  | Uniforme        | 0.685   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N51/N54          | V(180°) H2  | Uniforme        | 2.462   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N51/N54          | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.796   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N51/N54          | V(180°) H2  | Uniforme        | 0.685   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N51/N54          | V(270°) H1  | Uniforme        | 2.133   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N51/N54          | V(270°) H1  | Uniforme        | 0.251   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | Peso propio | Uniforme        | 1.201   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N54/N52          | V(0°) H1    | Faja            | 1.625   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N54/N52          | V(0°) H1    | Trapezial       | 1.625   | 0.812 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N54/N52          | V(0°) H1    | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(0°) H1    | Trapezial       | 0.457   | 0.228 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(0°) H2    | Faja            | 1.625   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N54/N52          | V(0°) H2    | Trapezial       | 1.625   | 0.812 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N54/N52          | V(0°) H2    | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |           |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo      | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |           | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N54/N52          | V(0°) H2    | Trapezial | 0.457   | 0.228 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(90°) H1   | Faja      | 0.609   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N54/N52          | V(90°) H1   | Trapezial | 0.609   | 0.305 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N54/N52          | V(90°) H1   | Faja      | 0.167   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(90°) H1   | Trapezial | 0.167   | 0.084 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(180°) H1  | Faja      | 2.242   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N54/N52          | V(180°) H1  | Trapezial | 2.242   | 1.024 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N54/N52          | V(180°) H1  | Uniforme  | 0.130   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N54/N52          | V(180°) H1  | Faja      | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(180°) H1  | Trapezial | 0.457   | 0.228 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(180°) H2  | Faja      | 2.242   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N54/N52          | V(180°) H2  | Trapezial | 2.242   | 1.024 | 2.000    | 3.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N54/N52          | V(180°) H2  | Uniforme  | 0.130   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N54/N52          | V(180°) H2  | Faja      | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(180°) H2  | Trapezial | 0.457   | 0.228 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(270°) H1  | Faja      | 1.422   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N54/N52          | V(270°) H1  | Trapezial | 1.422   | 0.711 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N54/N52          | V(270°) H1  | Faja      | 0.167   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N54/N52          | V(270°) H1  | Trapezial | 0.167   | 0.084 | 2.000    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N55/N60          | Peso propio | Uniforme  | 1.035   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N55/N60          | V(0°) H1    | Uniforme  | 0.548   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N55/N60          | V(0°) H1    | Uniforme  | 2.559   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N55/N60          | V(0°) H1    | Uniforme  | 0.822   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N55/N60          | V(0°) H2    | Uniforme  | 0.548   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N55/N60          | V(0°) H2    | Uniforme  | 2.559   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N55/N60          | V(0°) H2    | Uniforme  | 0.822   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N55/N60          | V(90°) H1   | Uniforme  | 2.559   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N55/N60          | V(90°) H1   | Uniforme  | 0.301   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N55/N60          | V(180°) H1  | Uniforme  | 2.864   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N55/N60          | V(180°) H1  | Uniforme  | 1.016   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N55/N60          | V(180°) H1  | Uniforme  | 0.822   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N55/N60          | V(180°) H2  | Uniforme  | 2.864   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N55/N60          | V(180°) H2  | Uniforme  | 1.016   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N55/N60          | V(180°) H2  | Uniforme  | 0.822   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N55/N60          | V(270°) H1  | Uniforme  | 1.097   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N55/N60          | V(270°) H1  | Uniforme  | 0.301   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | Peso propio | Uniforme  | 1.035   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N60/N56          | V(0°) H1    | Faja      | 1.625   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N60/N56          | V(0°) H1    | Trapezial | 1.625   | 1.300 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N60/N56          | V(0°) H1    | Faja      | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(0°) H1    | Trapezial | 0.457   | 0.365 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(0°) H2    | Faja      | 1.625   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N60/N56          | V(0°) H2    | Trapezial | 1.625   | 1.300 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N60/N56          | V(0°) H2    | Faja      | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(0°) H2    | Trapezial | 0.457   | 0.365 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |           |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo      | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |           | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N60/N56          | V(90°) H1   | Faja      | 1.422   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N60/N56          | V(90°) H1   | Trapezial | 1.422   | 1.137 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N60/N56          | V(90°) H1   | Faja      | 0.167   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(90°) H1   | Trapezial | 0.167   | 0.134 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(180°) H1  | Faja      | 2.315   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N60/N56          | V(180°) H1  | Trapezial | 2.315   | 1.828 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N60/N56          | V(180°) H1  | Uniforme  | 0.081   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N60/N56          | V(180°) H1  | Faja      | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(180°) H1  | Trapezial | 0.457   | 0.365 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(180°) H2  | Faja      | 2.315   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N60/N56          | V(180°) H2  | Trapezial | 2.315   | 1.828 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N60/N56          | V(180°) H2  | Uniforme  | 0.081   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N60/N56          | V(180°) H2  | Faja      | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(180°) H2  | Trapezial | 0.457   | 0.365 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(270°) H1  | Faja      | 0.609   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N60/N56          | V(270°) H1  | Trapezial | 0.609   | 0.487 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N60/N56          | V(270°) H1  | Faja      | 0.167   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N60/N56          | V(270°) H1  | Trapezial | 0.167   | 0.134 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N57/N59          | Peso propio | Uniforme  | 1.035   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N57/N59          | V(0°) H1    | Uniforme  | 2.864   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N57/N59          | V(0°) H1    | Uniforme  | 1.016   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N57/N59          | V(0°) H1    | Uniforme  | 0.822   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N57/N59          | V(0°) H2    | Uniforme  | 2.864   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N57/N59          | V(0°) H2    | Uniforme  | 1.016   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N57/N59          | V(0°) H2    | Uniforme  | 0.822   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N57/N59          | V(90°) H1   | Uniforme  | 2.559   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N57/N59          | V(90°) H1   | Uniforme  | 0.301   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N57/N59          | V(180°) H1  | Uniforme  | 0.548   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N57/N59          | V(180°) H1  | Uniforme  | 2.559   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N57/N59          | V(180°) H1  | Uniforme  | 0.822   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N57/N59          | V(180°) H2  | Uniforme  | 0.548   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N57/N59          | V(180°) H2  | Uniforme  | 2.559   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N57/N59          | V(180°) H2  | Uniforme  | 0.822   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N57/N59          | V(270°) H1  | Uniforme  | 1.097   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N57/N59          | V(270°) H1  | Uniforme  | 0.301   | -     | -        | -      | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | Peso propio | Uniforme  | 1.035   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N59/N58          | V(0°) H1    | Faja      | 2.315   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(0°) H1    | Trapezial | 2.315   | 1.828 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(0°) H1    | Uniforme  | 0.081   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(0°) H1    | Faja      | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(0°) H1    | Trapezial | 0.457   | 0.365 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(0°) H2    | Faja      | 2.315   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(0°) H2    | Trapezial | 2.315   | 1.828 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(0°) H2    | Uniforme  | 0.081   | -     | -        | -      | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(0°) H2    | Faja      | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |



Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |             |                 |         |       |          |        |           |        |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|---------|-------|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo            | Valores |       | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |             |                 | P1      | P2    | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N59/N58          | V(0°) H2    | Trapezial       | 0.457   | 0.365 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(90°) H1   | Faja            | 1.422   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N59/N58          | V(90°) H1   | Trapezial       | 1.422   | 1.137 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N59/N58          | V(90°) H1   | Faja            | 0.167   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(90°) H1   | Trapezial       | 0.167   | 0.134 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(180°) H1  | Faja            | 1.625   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(180°) H1  | Trapezial       | 1.625   | 1.300 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(180°) H1  | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(180°) H1  | Trapezial       | 0.457   | 0.365 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(180°) H2  | Faja            | 1.625   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(180°) H2  | Trapezial       | 1.625   | 1.300 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(180°) H2  | Faja            | 0.457   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(180°) H2  | Trapezial       | 0.457   | 0.365 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(270°) H1  | Faja            | 0.609   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(270°) H1  | Trapezial       | 0.609   | 0.487 | 2.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N59/N58          | V(270°) H1  | Faja            | 0.167   | -     | 0.000    | 2.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N59/N58          | V(270°) H1  | Trapezial       | 0.167   | 0.134 | 2.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | Peso propio | Uniforme        | 0.414   | -     | -        | -      | Globales  | 0.000  | 0.000  | -1.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 1.097   | -     | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.974   | -     | 2.400    | 2.615  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.717   | -     | 2.615    | 2.862  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.455   | -     | 2.862    | 3.108  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.216   | -     | 3.108    | 3.354  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.035   | -     | 3.354    | 3.600  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 1.869   | -     | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 1.825   | -     | 2.400    | 2.500  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 1.673   | -     | 2.500    | 2.750  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 1.448   | -     | 2.750    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 1.212   | -     | 3.000    | 3.250  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.950   | -     | 3.250    | 3.500  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.727   | -     | 3.500    | 3.600  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.650   | -     | 3.600    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Faja            | 0.731   | -     | 0.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H1    | Triangular Izq. | 0.731   | -     | 2.400    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 1.097   | -     | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.974   | -     | 2.400    | 2.615  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.717   | -     | 2.615    | 2.862  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.455   | -     | 2.862    | 3.108  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.216   | -     | 3.108    | 3.354  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 0.035   | -     | 3.354    | 3.600  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 1.869   | -     | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 1.825   | -     | 2.400    | 2.500  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 1.673   | -     | 2.500    | 2.750  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 1.448   | -     | 2.750    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2    | Faja            | 1.212   | -     | 3.000    | 3.250  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |





Producido por una versión educativa de CYPE

| Cargas en barras |            |                 |         |    |          |        |           |        |        |        |
|------------------|------------|-----------------|---------|----|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Barra            | Hipótesis  | Tipo            | Valores |    | Posición |        | Dirección |        |        |        |
|                  |            |                 | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X      | Y      | Z      |
| N61/N5           | V(0°) H2   | Faja            | 0.950   | -  | 3.250    | 3.500  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2   | Faja            | 0.727   | -  | 3.500    | 3.600  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2   | Triangular Izq. | 0.650   | -  | 3.600    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2   | Faja            | 0.731   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(0°) H2   | Triangular Izq. | 0.731   | -  | 2.400    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(90°) H1  | Faja            | 2.275   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N61/N5           | V(90°) H1  | Triangular Izq. | 2.275   | -  | 2.400    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | 0.000  |
| N61/N5           | V(90°) H1  | Faja            | 0.267   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(90°) H1  | Triangular Izq. | 0.267   | -  | 2.400    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 1.097   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.974   | -  | 2.400    | 2.615  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.717   | -  | 2.615    | 2.862  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.455   | -  | 2.862    | 3.108  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.216   | -  | 3.108    | 3.354  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.035   | -  | 3.354    | 3.600  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 1.869   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 1.825   | -  | 2.400    | 2.500  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 1.673   | -  | 2.500    | 2.750  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 1.448   | -  | 2.750    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 1.212   | -  | 3.000    | 3.250  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.950   | -  | 3.250    | 3.500  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.727   | -  | 3.500    | 3.600  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Triangular Izq. | 0.650   | -  | 3.600    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Faja            | 0.731   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H1 | Triangular Izq. | 0.731   | -  | 2.400    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 1.097   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.974   | -  | 2.400    | 2.615  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.717   | -  | 2.615    | 2.862  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.455   | -  | 2.862    | 3.108  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.216   | -  | 3.108    | 3.354  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.035   | -  | 3.354    | 3.600  | Globales  | -1.000 | -0.000 | 0.000  |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 1.869   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 1.825   | -  | 2.400    | 2.500  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 1.673   | -  | 2.500    | 2.750  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 1.448   | -  | 2.750    | 3.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 1.212   | -  | 3.000    | 3.250  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.950   | -  | 3.250    | 3.500  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.727   | -  | 3.500    | 3.600  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Triangular Izq. | 0.650   | -  | 3.600    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Faja            | 0.731   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(180°) H2 | Triangular Izq. | 0.731   | -  | 2.400    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(270°) H1 | Faja            | 0.975   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(270°) H1 | Triangular Izq. | 0.975   | -  | 2.400    | 4.000  | Globales  | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N61/N5           | V(270°) H1 | Faja            | 0.267   | -  | 0.000    | 2.400  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |
| N61/N5           | V(270°) H1 | Triangular Izq. | 0.267   | -  | 2.400    | 4.000  | Globales  | 1.000  | 0.000  | -0.000 |



| Cargas en barras |             |          |         |    |          |        |           |       |       |        |
|------------------|-------------|----------|---------|----|----------|--------|-----------|-------|-------|--------|
| Barra            | Hipótesis   | Tipo     | Valores |    | Posición |        | Dirección |       |       |        |
|                  |             |          | P1      | P2 | L1 (m)   | L2 (m) | Ejes      | X     | Y     | Z      |
| N2/N7            | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N7/N12           | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N17          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N17/N22          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N22/N27          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N27/N32          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N37/N42          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N32/N37          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N4/N9            | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N9/N14           | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N19/N24          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N24/N29          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N29/N34          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N34/N39          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N39/N44          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N14/N19          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N15          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N20          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N20/N25          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N25/N30          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N30/N35          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N35/N40          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N40/N45          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N5/N10           | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N53/N50          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N53/N50          | Peso propio | Uniforme | 7.500   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N50/N54          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N50/N54          | Peso propio | Uniforme | 7.500   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N59/N61          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N59/N61          | Peso propio | Uniforme | 7.500   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N61/N60          | Peso propio | Uniforme | 0.414   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N61/N60          | Peso propio | Uniforme | 7.500   | -  | -        | -      | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |

Producido por una versión educativa de CYPE





### 3. CIMENTACIÓN

#### 3.1. Elementos de cimentación aislados

##### 3.1.1. Descripción

| Referencias                                                         | Geometría                                                                                       | Armado                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6 | Zapata rectangular centrada<br>Ancho zapata X: 270 cm<br>Ancho zapata Y: 260 cm<br>Canto: 70 cm | Sup X: 15Ø12c/17<br>Sup Y: 9Ø16c/30<br>Inf X: 15Ø12c/17<br>Inf Y: 9Ø16c/30   |
| N3 y N1                                                             | Zapata cuadrada<br>Anchura: 220 cm<br>Canto: 70 cm                                              | Sup X: 7Ø16c/30<br>Sup Y: 7Ø16c/30<br>Inf X: 7Ø16c/30<br>Inf Y: 7Ø16c/30     |
| N55 y N57                                                           | Zapata cuadrada<br>Anchura: 185 cm<br>Canto: 50 cm                                              | Sup X: 8Ø12c/23<br>Sup Y: 8Ø12c/23<br>Inf X: 8Ø12c/23<br>Inf Y: 8Ø12c/23     |
| 41                                                                  | Zapata cuadrada<br>Anchura: 180 cm<br>Canto: 70 cm                                              | Sup X: 6Ø16c/30<br>Sup Y: 6Ø16c/30<br>Inf X: 6Ø16c/30<br>Inf Y: 6Ø16c/30     |
| 46                                                                  | Zapata cuadrada<br>Anchura: 240 cm<br>Canto: 75 cm                                              | Sup X: 9Ø16c/27<br>Sup Y: 9Ø16c/27<br>Inf X: 9Ø16c/27<br>Inf Y: 9Ø16c/27     |
| 51                                                                  | Zapata cuadrada<br>Anchura: 190 cm<br>Canto: 65 cm                                              | Sup X: 10Ø12c/19<br>Sup Y: 10Ø12c/19<br>Inf X: 10Ø12c/19<br>Inf Y: 10Ø12c/19 |
| 43                                                                  | Zapata cuadrada<br>Anchura: 200 cm<br>Canto: 70 cm                                              | Sup X: 7Ø16c/30<br>Sup Y: 7Ø16c/30<br>Inf X: 7Ø16c/30<br>Inf Y: 7Ø16c/30     |

##### 3.1.2. Medición

| Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6 |              | B 500 S, Ys=1.15 |        | Total  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|--------|--------|
| Nombre de armado                                                                 |              | Ø12              | Ø16    |        |
| Parrilla inferior - Armado X                                                     | Longitud (m) | 15x2.55          |        | 38.25  |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 15x2.26          |        | 33.96  |
| Parrilla inferior - Armado Y                                                     | Longitud (m) |                  | 9x2.45 | 22.05  |
|                                                                                  | Peso (kg)    |                  | 9x3.87 | 34.80  |
| Parrilla superior - Armado X                                                     | Longitud (m) | 15x2.55          |        | 38.25  |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 15x2.26          |        | 33.96  |
| Parrilla superior - Armado Y                                                     | Longitud (m) |                  | 9x2.45 | 22.05  |
|                                                                                  | Peso (kg)    |                  | 9x3.87 | 34.80  |
| Totales                                                                          | Longitud (m) | 76.50            | 44.10  |        |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 67.92            | 69.60  | 137.52 |
| Total con mermas (10.00%)                                                        | Longitud (m) | 84.15            | 48.51  |        |
|                                                                                  | Peso (kg)    | 74.71            | 76.56  | 151.27 |

| Referencias: N3 y N1         |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total |
|------------------------------|--------------|------------------|-------|
| Nombre de armado             |              | Ø16              |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 7x2.05           | 14.35 |
|                              | Peso (kg)    | 7x3.24           | 22.65 |



| Referencias: N3 y N1         |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total  |
|------------------------------|--------------|------------------|--------|
| Nombre de armado             |              | Ø16              |        |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 7x2.35           | 16.45  |
|                              | Peso (kg)    | 7x3.71           | 25.96  |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m) | 7x2.05           | 14.35  |
|                              | Peso (kg)    | 7x3.24           | 22.65  |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m) | 7x2.35           | 16.45  |
|                              | Peso (kg)    | 7x3.71           | 25.96  |
| Totales                      | Longitud (m) | 61.60            |        |
|                              | Peso (kg)    | 97.22            | 97.22  |
| Total con mermas<br>(10.00%) | Longitud (m) | 67.76            |        |
|                              | Peso (kg)    | 106.94           | 106.94 |

| Referencias: N55 y N57       |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total |
|------------------------------|--------------|------------------|-------|
| Nombre de armado             |              | Ø12              |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 8x1.70           | 13.60 |
|                              | Peso (kg)    | 8x1.51           | 12.07 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 8x1.93           | 15.44 |
|                              | Peso (kg)    | 8x1.71           | 13.71 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m) | 8x1.70           | 13.60 |
|                              | Peso (kg)    | 8x1.51           | 12.07 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m) | 8x1.93           | 15.44 |
|                              | Peso (kg)    | 8x1.71           | 13.71 |
| Totales                      | Longitud (m) | 58.08            |       |
|                              | Peso (kg)    | 51.56            | 51.56 |
| Total con mermas<br>(10.00%) | Longitud (m) | 63.89            |       |
|                              | Peso (kg)    | 56.72            | 56.72 |

| Referencia: N41              |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total |
|------------------------------|--------------|------------------|-------|
| Nombre de armado             |              | Ø16              |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 6x1.95           | 11.70 |
|                              | Peso (kg)    | 6x3.08           | 18.47 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 6x1.95           | 11.70 |
|                              | Peso (kg)    | 6x3.08           | 18.47 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m) | 6x1.95           | 11.70 |
|                              | Peso (kg)    | 6x3.08           | 18.47 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m) | 6x2.01           | 12.06 |
|                              | Peso (kg)    | 6x3.17           | 19.03 |
| Totales                      | Longitud (m) | 47.16            |       |
|                              | Peso (kg)    | 74.44            | 74.44 |
| Total con mermas<br>(10.00%) | Longitud (m) | 51.88            |       |
|                              | Peso (kg)    | 81.88            | 81.88 |

| Referencia: N46              |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total |
|------------------------------|--------------|------------------|-------|
| Nombre de armado             |              | Ø16              |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 9x2.25           | 20.25 |
|                              | Peso (kg)    | 9x3.55           | 31.96 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 9x2.25           | 20.25 |
|                              | Peso (kg)    | 9x3.55           | 31.96 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m) | 9x2.25           | 20.25 |
|                              | Peso (kg)    | 9x3.55           | 31.96 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m) | 9x2.25           | 20.25 |
|                              | Peso (kg)    | 9x3.55           | 31.96 |



|                           |              |                  |        |
|---------------------------|--------------|------------------|--------|
| Referencia: N46           |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total  |
| Nombre de armado          |              | Ø16              |        |
| Totales                   | Longitud (m) | 81.00            | 127.84 |
|                           | Peso (kg)    | 127.84           |        |
| Total con mermas (10.00%) | Longitud (m) | 89.10            | 140.62 |
|                           | Peso (kg)    | 140.62           |        |

|                              |              |                  |       |
|------------------------------|--------------|------------------|-------|
| Referencia: N51              |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total |
| Nombre de armado             |              | Ø12              |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 10x1.75          | 17.50 |
|                              | Peso (kg)    | 10x1.55          | 15.54 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 10x2.04          | 20.40 |
|                              | Peso (kg)    | 10x1.81          | 18.11 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m) | 10x1.75          | 17.50 |
|                              | Peso (kg)    | 10x1.55          | 15.54 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m) | 10x2.04          | 20.40 |
|                              | Peso (kg)    | 10x1.81          | 18.11 |
| Totales                      | Longitud (m) | 75.80            | 67.30 |
|                              | Peso (kg)    | 67.30            |       |
| Total con mermas (10.00%)    | Longitud (m) | 83.38            | 74.03 |
|                              | Peso (kg)    | 74.03            |       |

|                              |              |                  |       |
|------------------------------|--------------|------------------|-------|
| Referencia: N43              |              | B 500 S, Ys=1.15 | Total |
| Nombre de armado             |              | Ø16              |       |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m) | 7x1.85           | 12.95 |
|                              | Peso (kg)    | 7x2.92           | 20.44 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m) | 7x2.15           | 15.05 |
|                              | Peso (kg)    | 7x3.39           | 23.75 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m) | 7x1.85           | 12.95 |
|                              | Peso (kg)    | 7x2.92           | 20.44 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m) | 7x2.21           | 15.47 |
|                              | Peso (kg)    | 7x3.49           | 24.42 |
| Totales                      | Longitud (m) | 56.42            | 89.05 |
|                              | Peso (kg)    | 89.05            |       |
| Total con mermas (10.00%)    | Longitud (m) | 62.06            | 97.96 |
|                              | Peso (kg)    | 97.96            |       |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

| Elemento                                                                         | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |          |         | Hormigón (m³) |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|---------|---------------|----------|
|                                                                                  | Ø12                   | Ø16      | Total   | HA-25, Yc=1.5 | Limpieza |
| Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6 | 14x74.71              | 14x76.56 | 2117.78 | 14x4.91       | 14x0.70  |
| Referencias: N3 y N1                                                             |                       | 2x106.94 | 213.88  | 2x3.39        | 2x0.48   |
| Referencias: N55 y N57                                                           | 2x56.72               |          | 113.44  | 2x1.71        | 2x0.34   |
| Referencia: N41                                                                  |                       | 81.88    | 81.88   | 2.27          | 0.32     |
| Referencia: N46                                                                  |                       | 140.62   | 140.62  | 4.32          | 0.58     |
| Referencia: N51                                                                  | 74.03                 |          | 74.03   | 2.35          | 0.36     |
| Referencia: N43                                                                  |                       | 97.96    | 97.96   | 2.80          | 0.40     |
| Totales                                                                          | 1233.41               | 1606.18  | 2839.59 | 90.73         | 13.14    |

3.1.3. Comprobación



| Referencia: N8                                                                                                                                                                                                                 |                                                                   |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                           | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                                   |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa                       | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa                  | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0760275 MPa                  | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                   |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 1036.2 %                                       | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 2.7 %                                          | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                   |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 31.63 kN·m                                               | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 96.82 kN·m                                               | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                   |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 24.43 kN                                                | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 107.91 kN                                               | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                            | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 96 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                 | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N8:                                                                                                                                                                         | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                 | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.00093                                                | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.00093                                                | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                  | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                    | Calculado: 0.001                                                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0002                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0004                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0002                                                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                                                                                                             | Mínimo: 12 mm                                                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                                           | Calculado: 12 mm                                                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                           | Calculado: 12 mm                                                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                          | Máximo: 30 cm                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 17 cm                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 30 cm                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 17 cm                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 30 cm                                                  | Cumple |



| Referencia: N8                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                                 |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16                                                                                                                                                                      | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                   |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| <b>Información adicional:</b><br>Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)<br>Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08<br>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23<br>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN<br>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Referencia: N13                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                                 |
| <b>Tensiones sobre el terreno:</b><br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                          | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0756351 MPa                                                                                                                                                  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                             |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.                                                                           | Reserva seguridad: 7565.0 %                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cumple                                                                                 |



|                                                                                                                                        |                                                                     |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N13                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                                                             | Estado |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                  |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                      | Momento: 30.34 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Momento: 96.42 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                 |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                      | Cortante: 23.45 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Cortante: 110.56 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                       |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                        | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N13:                                                                                | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                   | Cumple |
| Cantidad geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                      | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| Cantidad mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                           | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                     |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |



| Referencia: N13                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Referencia: N18                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| Dimensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                              |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa                         | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0756351 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 7552.7 %                                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 30.35 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 96.46 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 23.45 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 110.56 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                               |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |



| Referencia: N18                                                                                                                        |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N18:                                                                                | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                       | Mínimo: 0.0009                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                     |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |





| Referencia: N18                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                             | Estado |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Referencia: N23                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                             | Estado |
| Dimensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                           |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa                         | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                    | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                    | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0756351 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Reserva seguridad: 7541.5 %                                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Momento: 30.35 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Momento: 96.46 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Cortante: 23.45 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Cortante: 110.56 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                         | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N23:                                                                                                                                                                     | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                            | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |



| Referencia: N23                                                                                                                        |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC,<br>1991                  |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                    |                                   |        |
| Información adicional:                                                                                                                 |                                   |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                             |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08                                                                                        |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23                                                                                        |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                  |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                  |                                   |        |



| Referencia: N28                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa                         | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0756351 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 7531.3 %                                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 30.34 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 96.42 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 23.45 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 110.56 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                            | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N28:                                                                                                                                                                        | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                    | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0004                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                                                                                                             | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                                           | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                           | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |



| Referencia: N28                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                                 |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16                                                                                                                                                                      | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                   |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| <b>Información adicional:</b><br>Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)<br>Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08<br>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23<br>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN<br>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Referencia: N33                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                                 |
| <b>Tensiones sobre el terreno:</b><br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                          | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0756351 MPa                                                                                                                                                  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                             |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.                                                                           | Reserva seguridad: 7523.1 %                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cumple                                                                                 |



|                                                                                                                                        |                                                                     |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N33                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                                                             | Estado |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                  |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                      | Momento: 30.34 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Momento: 96.42 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                 |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                      | Cortante: 23.45 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Cortante: 110.56 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                       |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                        | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N33:                                                                                | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                   | Cumple |
| Cantidad geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                      | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| Cantidad mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                           | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                     |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |



| Referencia: N33                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Referencia: N38                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| Dimensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                              |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa                         | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0756351 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 7515.7 %                                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 31.66 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 96.12 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 24.43 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 110.26 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                               |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 96.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |



| Referencia: N38                                                                                                                        |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N38:                                                                                | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                       | Mínimo: 0.0009                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                     |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |



| Referencia: N38                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                             | Estado |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Referencia: N36                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                             | Estado |
| Dimensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                           |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa                         | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                    | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                    | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0756351 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Reserva seguridad: 8741.1 %                                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Momento: 31.66 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Momento: 96.12 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Cortante: 24.43 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Cortante: 110.26 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                         | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 96.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N36:                                                                                                                                                                     | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                            | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |





| Referencia: N36                                                                                                                        |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC,<br>1991                  |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                    |                                   |        |
| Información adicional:                                                                                                                 |                                   |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                             |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08                                                                                        |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23                                                                                        |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                  |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                  |                                   |        |



| Referencia: N31<br>Dimensiones: 270 x 260 x 70<br>Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                     |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                             | Valores                                                                                                                                             | Estado                               |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE<br>- Tensión media en situaciones persistentes:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:<br>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                  | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0757332 MPa | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y: | Reserva seguridad: 8742.1 %<br>Reserva seguridad: 4.7 %                                                                                             | Cumple<br>Cumple                     |
| Flexión en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                          | Momento: 30.34 kN·m<br>Momento: 96.42 kN·m                                                                                                          | Cumple<br>Cumple                     |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                                                                                                                         | Cortante: 23.45 kN<br>Cortante: 110.56 kN                                                                                                           | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                      | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup>                                                                                 | Cumple                               |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                                                                                                   | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N31:                                                                                                                                                                                                                  | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                                                                                                   | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                 | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.00093<br>Calculado: 0.00093<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001                                                  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                      | Calculado: 0.001<br>Mínimo: 0.0002<br>Mínimo: 0.0004<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0002                                                            | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)<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>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08<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: 17 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm                                                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



| Referencia: N31                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                                 |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16                                                                                                                                                                      | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                   |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| <b>Información adicional:</b><br>Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)<br>Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08<br>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23<br>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN<br>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Referencia: N26                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                                 |
| <b>Tensiones sobre el terreno:</b><br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                          | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0757332 MPa                                                                                                                                                  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                             |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.                                                                           | Reserva seguridad: 8744.4 %                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cumple                                                                                 |



|                                                                                                                                        |                                                                     |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N26                                                                                                                        |                                                                     |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                                                             | Estado |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                  |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                      | Momento: 30.34 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Momento: 96.42 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                 |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                      | Cortante: 23.45 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Cortante: 110.56 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                       |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                        | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                          |                                                                     |        |
| - N26:                                                                                                                                 | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                   | Cumple |
| Cantidad geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                      |                                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.00093                                | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| Cantidad mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                           |                                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.001<br>Mínimo: 0.0002                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     |                                                                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                   | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  |                                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 17 cm                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 |                                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 17 cm                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                     |                                                                     |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |



| Referencia: N26                                                                                                                                                                                                                |                                                                      |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                      |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                              | Estado |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm                                    | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                    | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                         |                                                                      |        |
| Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08                                                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23                                                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
| Referencia: N21                                                                                                                                                                                                                |                                                                      |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                      |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                              | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                                      |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0378666 MPa                          | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0464994 MPa                     | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0759294 MPa                     | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 10114.2 %                                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 21.0 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 38.78 kN·m                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 90.44 kN·m                                                  | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 29.92 kN                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 97.12 kN                                                   | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                               |                                                                      |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 117.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |



| Referencia: N21<br>Dimensiones: 270 x 260 x 70<br>Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                             |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N21:                                                                                | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                       | Mínimo: 0.0009                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0003                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                     |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |



|                                                                                                                                                                                                                             |                                                                      |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N21                                                                                                                                                                                                             |                                                                      |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                    |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                              | Estado |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                      | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                    | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                         |                                                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                      |                                                                      |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.10                                                                                                                                                                             |                                                                      |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.22                                                                                                                                                                             |                                                                      |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| Referencia: N16                                                                                                                                                                                                             |                                                                      |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                    |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                | Valores                                                              | Estado |
| Dimensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                           |                                                                      |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0378666 MPa                          | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                    | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0464994 MPa                     | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                    | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0759294 MPa                     | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Reserva seguridad: 10092.9 %                                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Reserva seguridad: 21.0 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Momento: 38.78 kN·m                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Momento: 90.44 kN·m                                                  | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                      |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                           | Cortante: 29.92 kN                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                           | Cortante: 97.12 kN                                                   | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                         | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 117.7 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                    | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N16:                                                                                                                                                                     | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                    | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                            | Mínimo: 0.0009                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.00093                                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.00093                                                   | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.001                                                     | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                              | Calculado: 0.001                                                     | Cumple |



| Referencia: N16                                                                                                                        |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0003                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC,<br>1991                  |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                    |                                   |        |
| Información adicional:                                                                                                                 |                                   |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                             |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.10                                                                                        |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.22                                                                                        |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                  |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                  |                                   |        |





| Referencia: N11                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa                         | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0757332 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 8764.5 %                                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 4.7 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 30.34 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 96.42 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 23.45 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 110.56 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                            | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N11:                                                                                                                                                                        | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.00093                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                    | Calculado: 0.001                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0004                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                                                                                                             | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                                           | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                           | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 17 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 30 cm                                                    | Cumple |



| Referencia: N11                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                                 |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16                                                                                                                                                                      | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 17 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                   |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| <b>Información adicional:</b><br>Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)<br>Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08<br>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23<br>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN<br>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Referencia: N6                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                                 |
| <b>Tensiones sobre el terreno:</b><br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                          | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0377685 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0436545 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0761256 MPa                                                                                                                                                  | Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                                             |
| <b>Vuelco de la zapata:</b><br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.                                                                           | Reserva seguridad: 1280.6 %                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cumple                                                                                 |



|                                                                                                                                        |                                                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N6                                                                                                                         |                                                                   |        |
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                            |                                                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                                                           | Estado |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Reserva seguridad: 1.8 %                                          | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                  |                                                                   |        |
| - En dirección X:                                                                                                                      | Momento: 31.64 kN·m                                               | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Momento: 97.15 kN·m                                               | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                 |                                                                   |        |
| - En dirección X:                                                                                                                      | Cortante: 24.43 kN                                                | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                      | Cortante: 106.83 kN                                               | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                       |                                                                   |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                        | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 96 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                 | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N6:                                                                                 | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 64 cm                                 | Cumple |
| Cantidad geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                      | Mínimo: 0.0009                                                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                                                | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00093                                                | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                  | Cumple |
| Cantidad mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                           | Calculado: 0.001                                                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                                                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 17 cm                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                                                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC,<br>1991                  |                                                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                 | Cumple |



| Referencia: N6                                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 270 x 260 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/17 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø12c/17 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 55 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 35 cm                                   | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.23                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 814.43 kN                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 845.82 kN                                                                                                                                                                            |                                                                     |        |
| Referencia: N3                                                                                                                                                                                                                 |                                                                     |        |
| Dimensiones: 220 x 220 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.020601 MPa                          | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0246231 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0406134 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 173.7 %                                          | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 38.8 %                                           | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: -13.95 kN·m                                                | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 18.47 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 10.20 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 11.18 kN                                                  | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                               |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 25.5 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |



| Referencia: N3                                                                                                                         |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 220 x 220 x 70                                                                                                            |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N3:                                                                                 | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 63 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                       | Mínimo: 0.0009                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00091                | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00091                | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.00091                | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.00091                | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Mínimo: 0.0001                    |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.001                  | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                     |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 31 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 31 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |



| Referencia: N3                                                                                                                                                                                                                 |                                                                      |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 220 x 220 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                      |        |
| Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                              | Estado |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 31 cm                                    | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 31 cm                                    | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 16 cm                                                        |        |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Calculado: 16 cm                                                     | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Calculado: 16 cm                                                     | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Calculado: 16 cm                                                     | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Calculado: 16 cm                                                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                         |                                                                      |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                     |                                                                      |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05                                                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06                                                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 688.37 kN                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 688.37 kN                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
| Referencia: N55                                                                                                                                                                                                                |                                                                      |        |
| Dimensiones: 185 x 185 x 50                                                                                                                                                                                                    |                                                                      |        |
| Armados: Xi: Ø12c/23 Yi: Ø12c/23 Xs: Ø12c/23 Ys: Ø12c/23                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                              | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                                      |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0395343 MPa                          | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0371799 MPa                     | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0895653 MPa                     | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 21.9 %                                            | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 157.4 %                                           | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 48.44 kN·m                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 19.12 kN·m                                                  | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 72.69 kN                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 17.07 kN                                                   | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                               |                                                                      |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 150.8 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
|                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 50 cm                                    | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| - N55:                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 40 cm<br>Calculado: 44 cm                                    | Cumple |



| Referencia: N55<br>Dimensiones: 185 x 185 x 50<br>Armados: Xi: Ø12c/23 Yi: Ø12c/23 Xs: Ø12c/23 Ys: Ø12c/23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| <b>Cuantía geométrica mínima:</b><br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001                                                                                                                                                                                                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b><br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                          | Calculado: 0.001<br>Mínimo: 0.0005<br>Mínimo: 0.0002<br>Mínimo: 0.0002<br>Mínimo: 0.0001                                                                                                                                                                                                             | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Diámetro mínimo de las barras:</b><br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 12 mm<br>Calculado: 12 mm                                                                                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                                             |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08<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: 23 cm<br>Calculado: 23 cm<br>Calculado: 23 cm<br>Calculado: 23 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16<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: 23 cm<br>Calculado: 23 cm<br>Calculado: 23 cm<br>Calculado: 23 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991<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: 29 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 29 cm<br>Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm<br>Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 29 cm<br>Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 29 cm<br>Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm<br>Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 24 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Longitud mínima de las patillas:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 12 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                              |



|                                                                                                                                                                                                        |                                                                      |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N55                                                                                                                                                                                        |                                                                      |        |
| Dimensiones: 185 x 185 x 50                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
| Armados: Xi: Ø12c/23 Yi: Ø12c/23 Xs: Ø12c/23 Ys: Ø12c/23                                                                                                                                               |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                                              | Estado |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                | Calculado: 12 cm                                                     | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                 | 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                                                                                                                                                                    |                                                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                 |                                                                      |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                             |                                                                      |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.34                                                                                                                                                        |                                                                      |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14                                                                                                                                                        |                                                                      |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 446.45 kN                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 446.45 kN                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| Referencia: N57                                                                                                                                                                                        |                                                                      |        |
| Dimensiones: 185 x 185 x 50                                                                                                                                                                            |                                                                      |        |
| Armados: Xi: Ø12c/23 Yi: Ø12c/23 Xs: Ø12c/23 Ys: Ø12c/23                                                                                                                                               |                                                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                           | Valores                                                              | Estado |
| Dimensiones sobre el terreno:                                                                                                                                                                          |                                                                      |        |
| Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                           | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0395343 MPa                          | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0371799 MPa                     | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                               | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0897615 MPa                     | Cumple |
| Vuelco de la zapata:                                                                                                                                                                                   |                                                                      |        |
| Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Reserva seguridad: 22.6 %                                            | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Reserva seguridad: 157.4 %                                           | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                  |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Momento: 48.15 kN·m                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Momento: 19.12 kN·m                                                  | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                 |                                                                      |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 71.71 kN                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                      | Cortante: 17.07 kN                                                   | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                       |                                                                      |        |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                                                                            | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 150.8 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:                                                                                                                                                                                          |                                                                      |        |
| Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                     |                                                                      |        |
| - Mínimo:                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 50 cm                                    | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                          |                                                                      |        |
| - N57:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 40 cm<br>Calculado: 44 cm                                    | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:                                                                                                                                                                             |                                                                      |        |
| Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                     |                                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                         | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.001                                   | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                     | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                     | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                         | Calculado: 0.001                                                     | Cumple |





| Referencia: N57                                                                                                                        |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 185 x 185 x 50                                                                                                            |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/23 Yi: Ø12c/23 Xs: Ø12c/23 Ys: Ø12c/23                                                                               |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Calculado: 0.001                  |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0005                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                    | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 23 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 23 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 23 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 23 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 23 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 23 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 23 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 23 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC,<br>1991                  |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 29 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 29 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 23 cm<br>Calculado: 24 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 23 cm<br>Calculado: 24 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 29 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 15 cm<br>Calculado: 29 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 23 cm<br>Calculado: 24 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 23 cm<br>Calculado: 24 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                       | Mínimo: 12 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Calculado: 12 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | 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                                                                                                    |                                   |        |
| Información adicional:                                                                                                                 |                                   |        |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N57                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                     |        |
| Dimensiones: 185 x 185 x 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø12c/23 Yi: Ø12c/23 Xs: Ø12c/23 Ys: Ø12c/23                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Valores                                                             | Estado |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.34</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 446.45 kN</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 446.45 kN</li> </ul> |                                                                     |        |
| Referencia: N1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |        |
| Dimensiones: 220 x 220 x 70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Valores                                                             | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                     |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0206991 MPa                         | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0246231 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0407115 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Reserva seguridad: 208.7 %                                          | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Reserva seguridad: 45.5 %                                           | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Momento: -13.01 kN·m                                                | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Momento: 18.57 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Cortante: 9.61 kN                                                   | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Cortante: 10.69 kN                                                  | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 23.5 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N1:                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                     |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 63 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.00091                                | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 0.00091                                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 0.00091                                                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 0.00091                                                  | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 0.0001<br>Calculado: 0.001                                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |



| Referencia: N1                                                                                                                         |                                   |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 220 x 220 x 70                                                                                                            |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                               |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                           | Estado |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC,<br>1991                  |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 31 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 31 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 31 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Mínimo: 31 cm<br>Calculado: 31 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                       | Mínimo: 16 cm                     |        |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                    |                                   |        |
| Información adicional:                                                                                                                 |                                   |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                             |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04                                                                                        |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06                                                                                        |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 688.37 kN                                                                                  |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 688.37 kN                                                                                  |                                   |        |



| Referencia: N41<br>Dimensiones: 180 x 180 x 70<br>Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                    |                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Valores                                                                                                                                            | Estado                               |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>                                            | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.032373 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0312939 MPa<br>Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0815211 MPa | Cumple<br>Cumple<br>Cumple           |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul> | Reserva seguridad: 191.8 %<br>Reserva seguridad: 3.0 %                                                                                             | 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: 10.84 kN·m<br>Momento: 31.14 kN·m                                                                                                         | Cumple<br>Cumple                     |
| Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                         | Cortante: 5.10 kN<br>Cortante: 0.00 kN                                                                                                             | Cumple<br>Cumple                     |
| Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes:</li> </ul> Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                               | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 24.2 kN/m <sup>2</sup>                                                                                | Cumple                               |
| Cantito mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                                                                                                  | Cumple                               |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- N41:</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 63 cm                                                                                                                  | Cumple                               |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>                                                     | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001                                                     | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <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: 0.001<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0002<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0001                                                           | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>                                                                                                                                       | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm<br>Calculado: 16 mm                                                                                              | Cumple<br>Cumple                     |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <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: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                      | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |



| Referencia: N41                                                                                                                     |                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Dimensiones: 180 x 180 x 70                                                                                                         |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                            |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                        | Valores                           | Estado |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 |                                   |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                      | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                      | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                      | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                      | Calculado: 30 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                  |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                             | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                              | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                | Mínimo: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                             | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                              | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                    |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                             | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                              | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                | Calculado: 16 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                             | Calculado: 19 cm                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                              | Calculado: 19 cm                  | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                 |                                   |        |
| Información adicional:                                                                                                              |                                   |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                          |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04                                                                                     |                                   |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.12                                                                                     |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 563.19 kN                                                                               |                                   |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN                                                                                 |                                   |        |
| Referencia: N46                                                                                                                     |                                   |        |
| Dimensiones: 240 x 240 x 75                                                                                                         |                                   |        |
| Armados: Xi: Ø16c/27 Yi: Ø16c/27 Xs: Ø16c/27 Ys: Ø16c/27                                                                            |                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                        | Valores                           | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                     |                                   |        |



| Referencia: N46<br>Dimensiones: 240 x 240 x 75<br>Armados: Xi: Ø16c/27 Yi: Ø16c/27 Xs: Ø16c/27 Ys: Ø16c/27                                                                                                                     |                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             | Estado |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0359046 MPa                         | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0257022 MPa                    | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0722016 MPa                    | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 15974.0 %                                        | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 9.0 %                                            | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 18.93 kN·m                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 97.44 kN·m                                                 | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 12.56 kN                                                  | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 119.19 kN                                                 | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                               |                                                                     |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 76.3 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                            | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 75 cm                                   | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N46:                                                                                                                                                                        | Mínimo: 65 cm<br>Calculado: 68 cm                                   | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                                                                                                               | Mínimo: 0.0009                                                      |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 0.001                                                    | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                    | Calculado: 0.0011                                                   |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0004                                                      | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple |
| Díámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                                                                                                             | Mínimo: 12 mm                                                       |        |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                                                                                                           | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| - Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                           | Calculado: 16 mm                                                    | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                                                                                                          | Máximo: 30 cm                                                       |        |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 27 cm                                                    | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 27 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 27 cm                                                    | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 27 cm                                                    | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16                                                                                         | Mínimo: 10 cm                                                       |        |



|                                                                                                                                                                                                                                |                                                  |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N46                                                                                                                                                                                                                |                                                  |        |
| Dimensiones: 240 x 240 x 75                                                                                                                                                                                                    |                                                  |        |
| Armados: Xi: Ø16c/27 Yi: Ø16c/27 Xs: Ø16c/27 Ys: Ø16c/27                                                                                                                                                                       |                                                  |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                          | Estado |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 27 cm                                 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 27 cm                                 | Cumple |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 27 cm                                 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 27 cm                                 | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                                                                                                             |                                                  |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 39 cm                | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 39 cm                | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 31 cm                | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 31 cm                | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 39 cm                | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 39 cm                | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 31 cm                | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 31 cm                | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                            |                                                  |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                         |                                                  |        |
| Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                       |                                                  |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05                                                                                                                                                                                  |                                                  |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.22                                                                                                                                                                                  |                                                  |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 793.33 kN                                                                                                                                                                            |                                                  |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 793.33 kN                                                                                                                                                                          |                                                  |        |
| Referencia: N51                                                                                                                                                                                                                |                                                  |        |
| Dimensiones: 190 x 190 x 65                                                                                                                                                                                                    |                                                  |        |
| Armados: Xi: Ø12c/19 Yi: Ø12c/19 Xs: Ø12c/19 Ys: Ø12c/19                                                                                                                                                                       |                                                  |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                          | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                  |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0465975 MPa      | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0375723 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.099081 MPa  | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                  |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 5.2 %                         | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 107.6 %                       | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                  |        |



|                                                                                                                                        |                                                                     |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: N51                                                                                                                        |                                                                     |                  |
| Dimensiones: 190 x 190 x 65                                                                                                            |                                                                     |                  |
| Armados: Xi: Ø12c/19 Yi: Ø12c/19 Xs: Ø12c/19 Ys: Ø12c/19                                                                               |                                                                     |                  |
| Comprobación                                                                                                                           | Valores                                                             | Estado           |
| - En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                                                 | Momento: 66.94 kN·m<br>Momento: 18.31 kN·m                          | Cumple<br>Cumple |
| Cortante en la zapata:<br>- En dirección X:<br>- En dirección Y:                                                                       | Cortante: 96.33 kN<br>Cortante: 0.00 kN                             | Cumple<br>Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                    | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 91.2 kN/m <sup>2</sup> | Cumple           |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 65 cm                                   | Cumple           |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N51:                                                                                | Mínimo: 54 cm<br>Calculado: 59 cm                                   | Cumple           |
| Quantía geométrica mínima:<br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08                                                                       | Mínimo: 0.0009                                                      |                  |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00092                                                  | Cumple           |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 0.00092                                                  | Cumple           |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.00092                                                  | Cumple           |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 0.00092                                                  | Cumple           |
| Quantía mínima necesaria por flexión:<br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08                                                            | Calculado: 0.001                                                    |                  |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0004                                                      | Cumple           |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0002                                                      | Cumple           |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple           |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Mínimo: 0.0001                                                      | Cumple           |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)                                                     | Mínimo: 12 mm                                                       |                  |
| - Parrilla inferior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple           |
| - Parrilla superior:                                                                                                                   | Calculado: 12 mm                                                    | Cumple           |
| Separación máxima entre barras:<br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                                                       |                  |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| Separación mínima entre barras:<br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16 | Mínimo: 10 cm                                                       |                  |
| - Armado inferior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado inferior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado superior dirección X:                                                                                                         | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado superior dirección Y:                                                                                                         | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| Longitud de anclaje:<br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991                     | Mínimo: 15 cm                                                       |                  |
| - Armado inf. dirección X hacia der:                                                                                                   | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                                                                                                   | Calculado: 19 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple           |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                 | Calculado: 15 cm                                                    | Cumple           |





|                                                                                                                                                                                                                                |                                                                   |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|
| Referencia: N51                                                                                                                                                                                                                |                                                                   |        |
| Dimensiones: 190 x 190 x 65                                                                                                                                                                                                    |                                                                   |        |
| Armados: Xi: Ø12c/19 Yi: Ø12c/19 Xs: Ø12c/19 Ys: Ø12c/19                                                                                                                                                                       |                                                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                           | Estado |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                                                                                                                                                                                           | Calculado: 19 cm                                                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                                                                                                                                                                                           | Calculado: 19 cm                                                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Calculado: 15 cm                                                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Calculado: 15 cm                                                  | Cumple |
| Longitud mínima de las patillas:                                                                                                                                                                                               | Mínimo: 12 cm                                                     |        |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Calculado: 15 cm                                                  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Calculado: 15 cm                                                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                                                                                                                                                                                        | Calculado: 15 cm                                                  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                                                                                                                                                                                         | Calculado: 15 cm                                                  | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                            |                                                                   |        |
| Información adicional:                                                                                                                                                                                                         |                                                                   |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)                                                                                                                                                                     |                                                                   |        |
| Relación rotura pésima (En dirección X): 0.28                                                                                                                                                                                  |                                                                   |        |
| Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08                                                                                                                                                                                  |                                                                   |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección X): 563.29 kN                                                                                                                                                                            |                                                                   |        |
| Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN                                                                                                                                                                              |                                                                   |        |
| Referencia: N43                                                                                                                                                                                                                |                                                                   |        |
| Dimensiones: 200 x 200 x 70                                                                                                                                                                                                    |                                                                   |        |
| Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                       |                                                                   |        |
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                           | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                |                                                                   |        |
| - Tensión media en situaciones persistentes:                                                                                                                                                                                   | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0289395 MPa                       | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0206991 MPa                  | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:                                                                                                                                                                       | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0705339 MPa                  | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. |                                                                   |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 260.4 %                                        | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Reserva seguridad: 12.4 %                                         | Cumple |
| Flexión en la zapata:                                                                                                                                                                                                          |                                                                   |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 9.71 kN·m                                                | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Momento: 34.30 kN·m                                               | Cumple |
| Cortante en la zapata:                                                                                                                                                                                                         |                                                                   |        |
| - En dirección X:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 6.77 kN                                                 | Cumple |
| - En dirección Y:                                                                                                                                                                                                              | Cortante: 20.80 kN                                                | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:                                                                                                                                                                                               |                                                                   |        |
| - Situaciones persistentes:<br>Criterio de CYPE                                                                                                                                                                                | Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup><br>Calculado: 20 kN/m <sup>2</sup> | Cumple |
| Canto mínimo:<br>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08                                                                                                                                                                            |                                                                   |        |
|                                                                                                                                                                                                                                | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 70 cm                                 | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:                                                                                                                                                                                  |                                                                   |        |
| - N43:                                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 60 cm<br>Calculado: 63 cm                                 | Cumple |



| Referencia: N43<br>Dimensiones: 200 x 200 x 70<br>Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estado                                                                       |
| <b>Cuantía geométrica mínima:</b><br>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                                     | Mínimo: 0.0009<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001<br>Calculado: 0.001                                                                                                                                                                                                       | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b><br>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08<br>- Armado inferior dirección X:<br>- Armado inferior dirección Y:<br>- Armado superior dirección X:<br>- Armado superior dirección Y:                                                                                                                                                                                                                                          | Calculado: 0.0011<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0002<br>Mínimo: 0.0001<br>Mínimo: 0.0001                                                                                                                                                                                                            | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Diámetro mínimo de las barras:</b><br>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)<br>- Parrilla inferior:<br>- Parrilla superior:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mínimo: 12 mm<br>Calculado: 16 mm<br>Calculado: 16 mm                                                                                                                                                                                                                                                | Cumple<br>Cumple                                                             |
| <b>Separación máxima entre barras:</b><br>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08<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: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Separación mínima entre barras:</b><br>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación".<br>Capítulo 3.16<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: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                                                                                                                                                                                        | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple                                         |
| <b>Longitud de anclaje:</b><br>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991<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: 16 cm<br>Calculado: 20 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 20 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 16 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 20 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 20 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm<br>Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 19 cm | Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple<br>Cumple |
| <b>Longitud mínima de las patillas:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Mínimo: 16 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                              |



|                                                            |                  |        |
|------------------------------------------------------------|------------------|--------|
| Referencia: N43                                            |                  |        |
| Dimensiones: 200 x 200 x 70                                |                  |        |
| Armados: Xi: Ø16c/30 Yi: Ø16c/30 Xs: Ø16c/30 Ys: Ø16c/30   |                  |        |
| Comprobación                                               | Valores          | Estado |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:                    | Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:                     | Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:                    | Calculado: 19 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:                     | Calculado: 19 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                        |                  |        |
| Información adicional:                                     |                  |        |
| - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) |                  |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03            |                  |        |
| - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.11            |                  |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección X): 625.78 kN      |                  |        |
| - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 625.78 kN      |                  |        |

## 2. Vigas

### 2.1. Descripción

| Referencias                                                                                                                                                                                                         | Geometría                        | Armado                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N51-N46], C [N41-N36], [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N57] | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | Superior: 2Ø12<br>Inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |
| [N43-N51] y C [N46-N41]                                                                                                                                                                                             | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | Superior: 2Ø12<br>Inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |

### 2.2. Medición

| Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N51-N46], [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N57] | B 500 S, Ys=1.15          |                    | Total                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Nombre de armado                                                                                                                                                                                                               | Ø8                        | Ø12                |                                   |
| Armado viga - Armado inferior                                                                                                                                                                                                  | Longitud (m)<br>Peso (kg) |                    | 2x5.30<br>2x4.71<br>10.60<br>9.41 |
| Armado viga - Armado superior                                                                                                                                                                                                  | Longitud (m)<br>Peso (kg) |                    | 2x5.30<br>2x4.71<br>10.60<br>9.41 |
| Armado viga - Estribo                                                                                                                                                                                                          | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 10x1.33<br>10x0.52 | 13.30<br>5.25                     |
| Totales                                                                                                                                                                                                                        | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 13.30<br>5.25      | 21.20<br>18.82<br>24.07           |
| Total con mermas (10.00%)                                                                                                                                                                                                      | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 14.63<br>5.78      | 23.32<br>20.70<br>26.48           |

| Referencias: C [N43-N51] y C [N46-N41] | B 500 S, Ys=1.15          |                  | Total                            |
|----------------------------------------|---------------------------|------------------|----------------------------------|
| Nombre de armado                       | Ø8                        | Ø12              |                                  |
| Armado viga - Armado inferior          | Longitud (m)<br>Peso (kg) |                  | 2x2.80<br>2x2.49<br>5.60<br>4.97 |
| Armado viga - Armado superior          | Longitud (m)<br>Peso (kg) |                  | 2x2.80<br>2x2.49<br>5.60<br>4.97 |
| Armado viga - Estribo                  | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 3x1.33<br>3x0.52 | 3.99<br>1.57                     |



| Referencias: C [N43-N51] y C [N46-N41] |              | B 500 S, Ys=1.15 |       | Total |
|----------------------------------------|--------------|------------------|-------|-------|
| Nombre de armado                       |              | Ø8               | Ø12   |       |
| Totales                                | Longitud (m) | 3.99             | 11.20 | 11.51 |
|                                        | Peso (kg)    | 1.57             | 9.94  |       |
| Total con mermas (10.00%)              | Longitud (m) | 4.39             | 12.32 | 12.66 |
|                                        | Peso (kg)    | 1.73             | 10.93 |       |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

| Elemento                                                                                                                                                                                                                             | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |          |        | Hormigón (m³) |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------|---------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                      | Ø8                    | Ø12      | Total  | HA-25, Yc=1.5 | Limpieza |
| Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N51-N46], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N57] | 17x5.78               | 17x20.70 | 450.16 | 17x0.41       | 17x0.10  |
| Referencias: C [N43-N51] y C [N46-N41]                                                                                                                                                                                               | 2x1.73                | 2x10.93  | 25.32  | 2x0.09        | 2x0.02   |
| Totales                                                                                                                                                                                                                              | 101.72                | 373.76   | 475.48 | 7.11          | 1.78     |

## 3.2.3. Comprobación

|                                                                                                                                                 |                                      |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| Referencia: C.1 [N3-N8] (Viga de atado)                                                                                                         |                                      |        |
| Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm                                                                                                                  |                                      |        |
| Armadura superior: 2Ø12                                                                                                                         |                                      |        |
| Armadura inferior: 2Ø12                                                                                                                         |                                      |        |
| Estribos: 1xØ8c/30                                                                                                                              |                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                    | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                       | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                  | Mínimo: 3.7 cm                       |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                            | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                            | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                       | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm    | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm                        |        |
| - Armadura superior:                                                                                                                            | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:                                                                                                                            | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                             |                                      |        |
| Información adicional:                                                                                                                          |                                      |        |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) |                                      |        |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                  |                                      |        |
| Referencia: C.1 [N8-N13] (Viga de atado)                                                                                                        |                                      |        |
| -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm                                                                                                                 |                                      |        |
| -Armadura superior: 2Ø12                                                                                                                        |                                      |        |
| -Armadura inferior: 2Ø12                                                                                                                        |                                      |        |
| -Estribos: 1xØ8c/30                                                                                                                             |                                      |        |
| Comprobación                                                                                                                                    | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                       | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                         | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                  | Mínimo: 3.7 cm                       |        |



|                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1 [N8-N13] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                        |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                      | Valores                                                | Estado           |
| - Armadura superior:                                                                                                                                                                              | Calculado: 26 cm                                       | Cumple           |
| - Armadura inferior:                                                                                                                                                                              | Calculado: 26 cm                                       | Cumple           |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                    | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                               |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                                                            |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>No llegan estados de carga a la cimentación.     |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N13-N18] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30                                           |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                      | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                         | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                                                           | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                    | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                                                         | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                                                                    | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                               |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                                                            |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)<br>- No llegan estados de carga a la cimentación. |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N18-N23] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30                                       |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                                                      | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                                                         | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |



| Referencia: C.1 [N18-N23] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)               |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N23-N28] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30     |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)             |                                                        |                  |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                              |                                                        |                  |



|                                                                                                                                                             |                                                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1 [N28-N33] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)               |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N33-N38] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30     |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)             |                                                        |                  |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                              |                                                        |                  |



|                                                                                                                                                             |                                                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1 [N38-N43] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)               |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N43-N51] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30     |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)             |                                                        |                  |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                              |                                                        |                  |





|                                                                                                                                                             |                                                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1 [N51-N46] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)               |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N46-N41] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30     |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)             |                                                        |                  |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                              |                                                        |                  |



|                                                                                                                                                             |                                                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1 [N41-N36] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)               |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N36-N31] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30     |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)             |                                                        |                  |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                              |                                                        |                  |



|                                                                                                                                                             |                                                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1 [N31-N26] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)               |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N26-N21] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30     |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)             |                                                        |                  |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                              |                                                        |                  |



|                                                                                                                                                             |                                                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1 [N21-N16] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)               |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                                |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N16-N11] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30     |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                                | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                   | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                     | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                   | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                              | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                         |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                      |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)             |                                                        |                  |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                              |                                                        |                  |



|                                                                                                                                                            |                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Referencia: C.1 [N11-N6] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armadura superior: 2Ø12<br>-Armadura inferior: 2Ø12<br>-Estribos: 1xØ8c/30 |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                               | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                  | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                             | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                        |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                     |                                                        |                  |
| Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)              |                                                        |                  |
| No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                               |                                                        |                  |
| Referencia: C.1 [N6-N1] (Viga de atado)<br>Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>Armadura superior: 2Ø12<br>Armadura inferior: 2Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30      |                                                        |                  |
| Comprobación                                                                                                                                               | Valores                                                | Estado           |
| Diámetro mínimo estribos:                                                                                                                                  | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm                        | Cumple           |
| Separación mínima entre estribos:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08                                                                                    | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm                   | Cumple           |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                             | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm | Cumple<br>Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08                                                                  | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                      | Cumple           |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08<br>- Armadura superior:<br>- Armadura inferior:                             | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 26 cm<br>Calculado: 26 cm  | Cumple<br>Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                        |                                                        |                  |
| Información adicional:                                                                                                                                     |                                                        |                  |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08):<br>Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)            |                                                        |                  |
| - No llegan estados de carga a la cimentación.                                                                                                             |                                                        |                  |



## ANEJO 9. ESTUDIO GEOTÉCNICO

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                               | 2  |
| 1.1. OBJETO Y ÁREA DE ALCANCE .....                 | 3  |
| 2. METODOLOGÍA .....                                | 3  |
| 2.1. RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL DE LA PARCELA ..... | 3  |
| 2.2. CALICATAS .....                                | 3  |
| 2.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA .....          | 4  |
| 2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO .....                   | 5  |
| 3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA.....        | 6  |
| 3.1. INTRODUCCIÓN .....                             | 6  |
| 3.2. GEOLOGÍA LOCAL .....                           | 7  |
| 4. ESTRATIGRAFÍA .....                              | 9  |
| 4.1. TIERRA VEGETAL .....                           | 9  |
| 4.2. ARENA ARCILLOSA.....                           | 9  |
| 4.3. ARENAS ARCILLOSAS .....                        | 9  |
| 4.4. NIVEL FREÁTICO.....                            | 10 |
| 4.5. AGRESIVIDAD .....                              | 10 |
| 4.6. EXPANSIVIDAD .....                             | 10 |
| 4.7. SISMICIDAD .....                               | 11 |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio ha sido realizado a petición de la solicitud efectuada para el proyecto “Red de Calor por Biomasa en el Municipio de Duruelo de la Sierra, Soria”.

El presente estudio se enmarca dentro de actual ámbito normativo, en donde se establece la obligatoriedad para cualquier obra nueva, de la realización del correspondiente estudio geotécnico, así como de las condiciones que presentará el mismo para su adhesión como un documento imprescindible al proyecto de la obra.

En la parcela situada en la *Calle Oporto, Parcela 5 y Parcela 11 – Duruelo de la Sierra (Soria)*, con una referencia catastral *6244401WM0464S (Parcela 5)* y *6243301WM0464S (Parcela 11)*, se pretende construir una *nave para red de calor*, con una superficie total construida de  $x \text{ m}^2$ .



Figura 1: emplazamiento de la parcela.

Fuente: visor SigPac

El estudio tiene como objetivo facilitar los datos geotécnicos necesarios para la realización de las cimentaciones y adecuar el CTE al informe existente:

- Naturaleza y características geotécnicas del terreno.
- Profundidad del nivel freático.
- Tipo de cimentación aconsejable.
- Otras recomendaciones geotécnicas que pueden ser relevantes para el proyecto.



## 1.1 OBJETO Y ÁREA DE ALCANCE

En el presente informe se exponen las principales peculiaridades geotécnicas de las litologías diferenciadas, tanto en superficie como en profundidad. Estas unidades van a ser caracterizadas aportando sus parámetros geotécnicos intrínsecos. A partir de la información existente y obtenida se ha realizado la definición de la geotecnia.

## 2. METODOLOGÍA

Para la elaboración de la presente memoria se han llevado a cabo los siguientes estudios y trabajos:

- Reconocimiento superficial de la parcela.
- Calicatas.
- Realización de ensayos de penetración.
- Ensayos de laboratorio.

### 2.1 RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL DE LA PARCELA

para la primera fase del estudio el personal técnico encargado del estudio geotécnico, realizó un reconocimiento superficial de las parcelas en las que se tiene previsto el emplazamiento de las obras, con el fin de estudiar las características del terreno, litologías, fracturación, etc.

Se observa que las parcelas en las cuales se van a realizar las obras son de tendencia poligonal con topografía prácticamente llana.

Según los datos de cartografía consultados, la parcela se sitúa a 1205 metros sobre el nivel del mar.

Con el objetivo de establecer las características geológicas regionales se analizó el Mapa Geológico de España (IGME), escala 1: 50.000 con la intención de situar geológicamente la zona objeto de estudio y determinar las principales estructuras y contexto estructural donde se encuadra la parcela objeto de estudio.

### 2.2 CALICATAS

Con la finalidad de identificar y caracterizar los distintos litotipos existentes en nuestras parcelas, se procedió a la apertura de 4 calicatas mecánicas para la obtención de muestras representativas para analizarlas en el laboratorio.

Alcanzando una profundidad máxima de 3,5 metros, estando esta profundidad de investigación limitada por los medios mecánicos empleados. La cota de inicio de cada ensayo, así como las profundidades alcanzadas se definen a continuación:

| CALICATA | PROFUNDIDAD ALCANZADA (mm) | PROFUNDIDAD MUESTRA (mm) |
|----------|----------------------------|--------------------------|
| C-1      | 2400                       | 800-1100                 |
| C-2      | 2700                       | 1300-1500                |
| C-3      | 3200                       | 1800-2200                |
| C-4      | 3500                       | 3000-3200                |

Tabla 1: profundidad de las calicatas  
Tabla de elaboración propia

En todas las calicatas realizadas no se ha determinado la presencia de ningún nivel freático.

## 2.3 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Se ha realizado un total de cinco ensayos de penetración dinámica continua mediante un equipo mecánico con equipo hidráulico auxiliar tipo DSH con las siguientes características técnicas:

- RD: resistencia dinámica = peso de la maza (63,5 kg).
- H = altura de caída de la maza (76 cm).
- P = peso del varillaje (0,059 kN/m).
- A = sección de la punta (0,16 mm<sup>2</sup>).

El ensayo consiste en ir introduciendo ininterrumpidamente un cono de puntaza cónica. Dicha punta se introduce mediante un varillaje de acero macizo de 33 mm de diámetro y una maza de 63,5 Kg de peso que cae libremente desde una altura de 76 cm.

A medida que va sucediendo el ensayo se van anotando los golpes necesarios para que se produzca una penetración de la punta de 20 cm en el terreno, llevando la prueba hasta el llamado "rechazo".

Este rechazo ocurre cuando tras una serie de 100 golpes no se consigue que la puntaza penetre los 20 cm, o cuando se obtiene tres valores consecutivos iguales o superiores a 75 golpes, o bien, cuando se obtiene un rozamiento con el terreno superior a 200 Nm.

Las profundidades alcanzadas en los ensayos con respecto a la superficie del terreno son las siguientes:

ANEJO 9. ESTUDIO GEOTÉCNICO

| PENETRACIÓN | PROFUNDIDAD DE RECHAZO (mm) |
|-------------|-----------------------------|
| 1           | 7200                        |
| 2           | 4970                        |
| 3           | 6400                        |
| 4           | 3200                        |
| 5           | 6600                        |

Tabla 2: profundidad de los ensayos.  
Tabla de elaboración propia.

## 2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

A partir de las prospecciones realizadas, se han obtenido algunas muestras de las calicatas para llevar a cabo los oportunos ensayos de laboratorio. Los ensayos han sido realizados en los laboratorios centrales de la UVA situados en Valladolid.

Todos los ensayos fueron realizados siguiendo las normas UNE correspondientes. A continuación, se incluye una tabla resumen con los resultados de los ensayos realizados sobre las muestras.

Se han realizado 3 ensayos: uno sobre la naturaleza del terreno, otro con los Límites de Atterberg y finalmente uno con la granulometría. Con los resultados que se muestran en las siguientes tablas:

| CALICATA | MUESTRA     |      | NATURALEZA DEL TERRENO | CLASIFICACIÓN CASAGRANDE | H    |
|----------|-------------|------|------------------------|--------------------------|------|
|          | PROFUNDIDAD | TIPO |                        |                          |      |
| C-1      | 0,8-1,1     | MA   | Nivel 2                | SC                       | 3,31 |
| C-3      | 1,8-2,2     | MA   | Nivel 3                | SP-SM                    | 5,79 |
| C-4      | 3-3,2       | MA   | Nivel 4                | CL                       | 12,3 |

Tabla 3: ensayos con naturaleza del terreno.  
Tabla de elaboración propia.

| CALICATA | LÍMITES DE ATTERBERG |      |      |
|----------|----------------------|------|------|
|          | LL                   | LP   | IP   |
| C-1      | 25,8                 | 17,4 | 8    |
| C-3      |                      |      |      |
| C-4      | 36,2                 | 20,9 | 15,3 |

Tabla 4: ensayos con los Límites de Atterberg.  
Tabla de elaboración propia.

| CALICATA | GRANULOMETRÍA |        |        |       | SULFATOS |
|----------|---------------|--------|--------|-------|----------|
|          | BOLOS         | GRAVES | ARENAS | FINOS |          |
| C-1      | 0             | 1,1    | 80,5   | 18,4  | ND       |
| C-3      | 0             | 3,3    | 67     | 9,7   | ND       |
| C-4      | 0             | 3,4    | 46,5   | 50,04 | 0,06     |

Tabla 5: ensayos con la granulometría.

Tabla de elaboración propia.

La nomenclatura empleada en las tablas anteriores es la siguiente:

- TP = muestra parafinada S.
- PT = muestra estándar SPT.
- MA = muestra alterada.
- H = humedad.
- LL = límite líquido.
- LP = límite plástico.
- IP = índice de plasticidad.
- 7d: densidad seca.
- Oh: densidad húmeda.
- Bolos = granos mayores de 63 mm.
- Gravas = granos comprendidos entre 2 y 63 mm.
- Finos = granos menores de 0,08 mm.
- CD: corte directo.
- ND: no detectado.

## 3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA

### 3.1 INTRODUCCIÓN

La zona de estudio, Duruelo de la Sierra, se encuentra sobre la alta y despejada plataforma de la Meseta interior de la Península, responsable de la elevada altitud media castellano-leonesa.

Las alturas en la provincia de Soria oscilan entre algo menos de los 1000 metros (Campo de Gómara, valles de Jalón...) hasta más de 1200 metros de altura, donde se encuentra el reborde montañoso ibérico desde Urbión hasta el Moncayo.

El espacio soriano se caracteriza por amplios horizontes y, al fondo, cumbres. Como se aprecia en la siguiente imagen:



Figura 2: fotografía del espacio soriano.  
Fuente: soria-goig.org

### **3.2 GEOLOGÍA GENERAL**

Nos encontramos en una plataforma interior abrazada por sus extremos Norte, Este y Sur por las montañas del Sistema Ibérico. Dándose por la zona Oeste una continuidad de las llanuras castellano-leonesas.

La provincia también se encuentra en la extensa región natural de llanuras sedimentarias (páramos, campiñas, riberas) que depositadas sobre la plataforma interior forman la zona central de la Comunidad.

ANEJO 9. ESTUDIO GEOTÉCNICO

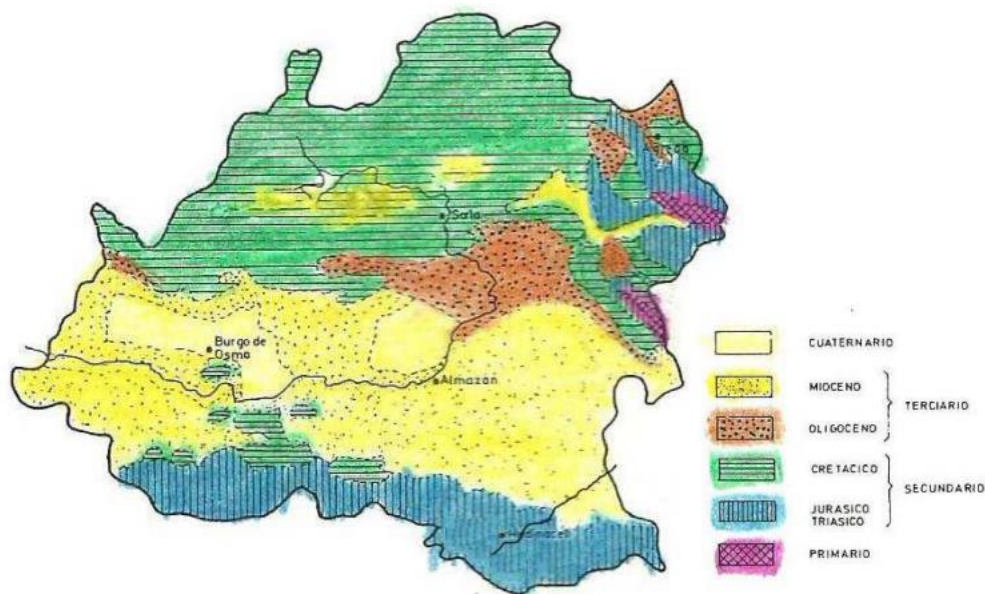


Figura 3: mapa geológico de la provincia.  
Fuente: soria-goig.org

Si dividimos la provincia de Soria en tres grandes unidades estructurales resultantes de la evolución geográfica, nos queda de la siguiente manera:

- A) Un importante reborde montañoso al Norte (verde).
- B) Otro reborde montañoso plegado al Sur, que enlaza con el Sistema Central (azul).
- C) Depresión central del Duero entre la A) y la B) (amarillo).

Con lo que podemos determinar que Duruelo de la Sierra se sitúa en el reborde montañoso del Norte en una zona geológica de origen cretácico.

Duruelo se encuentra en una zona denominada “Línea de Altas Cumbres Ibéricas” que se prolonga en Burgos y La Rioja a las montañas ibéricas que bordean la provincia de Soria desde el NW hasta el E.

## 4. ESTRATIGRAFÍA

A continuación, se hace un estudio de las características y espesores de cada uno de los niveles que constituyen el subsuelo de nuestra parcela, indicándose los parámetros geotécnicos asignables a cada nivel. Estos parámetros se han obtenido principalmente de los trabajos de campo y laboratorio:

### 4.1 TIERRA VEGETAL (NIVEL 1)

Este nivel superior está constituido por la actual tierra vegetal de la parcela. Litológicamente se trata de arenas y limos de color marrón rico en materia orgánica y restos vegetales. Se ha detectado hasta una profundidad de 600 mm en la calicata C-4 y se trata de un nivel con una resistencia baja por lo que deberá de ser retirado.

En las calicatas ejecutadas para el informe previo, este nivel se detectó también en todas ellas con profundidades que alcanzaban los 150-600 mm.

### 4.2 ARENA ARCILLOSA (NIVEL 2)

Se encuentra inmediatamente después del nivel anterior en las tres calicatas ejecutadas para el estudio previo. Se trata de un nivel constituido por arena arcillosa de color marrón y beige verdoso con una compacidad media.

El espesor detectado en estas calicatas es de 650 mm. En la calicata C-4, este nivel se ha detectado a una profundidad de 2300 mm por debajo de unos rellenos de baja compacidad por los golpes obtenidos en los ensayos de penetración dinámica realizados en esta zona.

### 4.3 ARENAS ARCILLOSAS (NIVEL 3)

Aparece inmediatamente después del nivel anterior. Se trata de depósitos constituidos por arenas limo arcillosas de color beige-ocre de tamaño de grano medio a grueso.

Este nivel se caracteriza por tener una compacidad media a densa. No se ha detectado su muro.

Observándose las siguientes características:

- **Granulometría:** Las muestras tomadas en los ensayos correspondientes, se clasifican según la clasificación SUC5 como SP (Arenas con pocos finos) y CL (arcillas arenosas).
- **Plasticidad:** Debido a su composición fundamentalmente granular y a los valores obtenidos de límite líquido e índice de plasticidad, se puede afirmar de que se trata de un suelo de baja plasticidad.

- Resistencia y deformabilidad: Las características en cuanto a resistencia de estos materiales se pueden obtener analizando los golpes de los ensayos de penetración (DPSH). Estos golpes DPSH indican una consistencia moderadamente densa que pasa a denso en profundidad.

#### **4.4 NIVEL FREÁTICO**

No se ha detectado agua en ninguno de los ensayos realizados. No obstante, existe un sondeo piezométrico en la zona, en el que se ha detectado agua a unos 2150mm de Profundidad. Parece que este nivel freático se recarga superficialmente mediante filtraciones.

#### **4.5 AGRESIVIDAD**

Se ha detectado la presencia de sulfatos en la muestra analizada en la calicata C-4 con un valor de 0,06. Con este valor no será necesario el empleo de hormigones sulforresistentes.

Además, la muestra de agua analizada ha dado no agresivo.

#### **4.6 EXPANSIVIDAD**

La expansividad es un fenómeno que puede ocurrir en terrenos arcillosos situados cerca de la superficie, hasta una profundidad que no debería superar los 3000-3500 mm.

Este fenómeno produce cambios de volumen en las arcillas al modificarse sus condiciones de humedad.

Para que exista peligro real de expansividad se han de producir variaciones de humedad importantes respecto a la de equilibrio.

El porcentaje de finos y los límites de Atterberg dan una idea cualitativa del potencial expansivo. De acuerdo con estos parámetros, el potencial de las muestras ensayadas es bajo.

Debido a la naturaleza predominante granular del nivel 3 de arenas limo arcillosas que será el sustrato mayoritario de cimentación y observando que sus límites líquido e índice de plasticidad no son elevados, no se espera que se produzcan fenómenos de expansividad.



## 4.7 SISMICIDAD

De acuerdo con la zonación de la Norma de Sismorresistente publicada B.O.E Nº244 (Ministerio de Fomento), y denominada NCSR-02, se considera toda la zona estudiada con una aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) de  $< 0,04$  g, siendo g la aceleración de la gravedad.

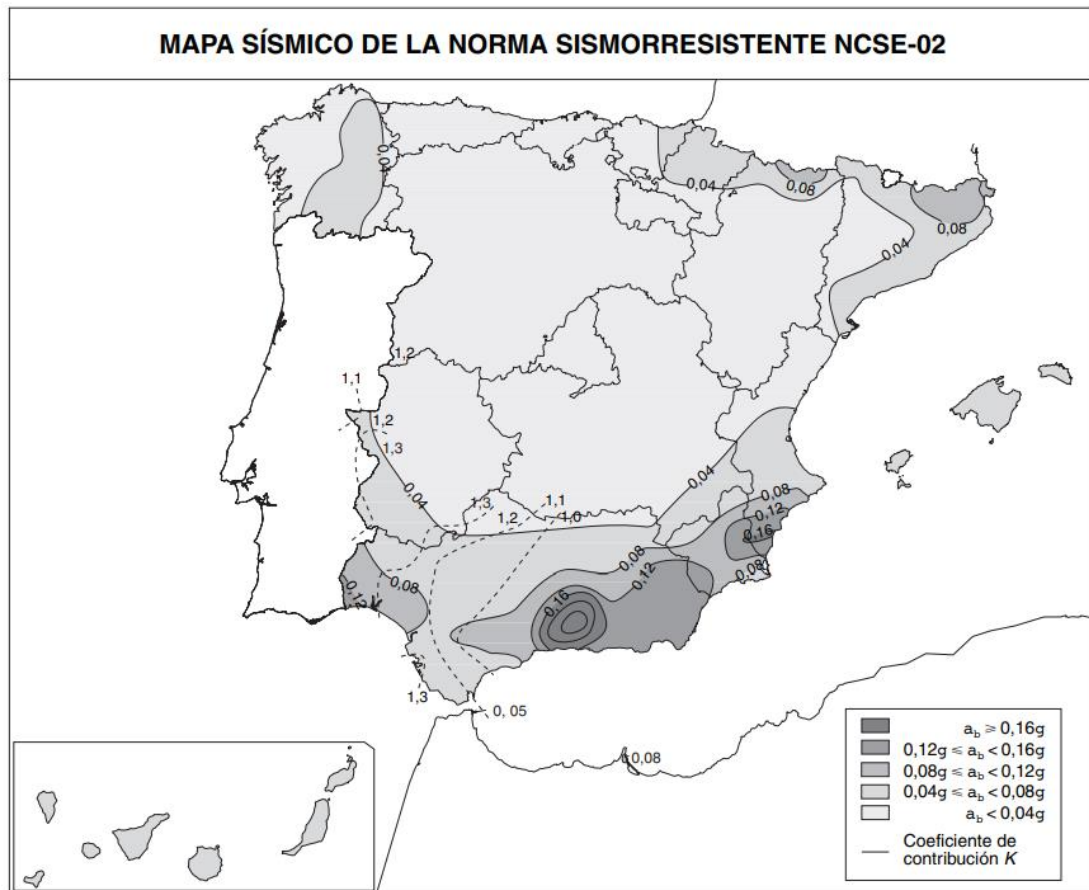


Figura 4: mapa de peligrosidad sísmica.

Fuente: mitma.gob.es

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica de la imagen superior. Dicho mapa suministra, para cada punto del territorio y expresado en relación al valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica  $a_b$  (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno), y el coeficiente de distribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto. El coeficiente de distribución toma un valor en el área estudiada de  $K = 0$ .

La aceleración sísmica de cálculo ( $a_c$ ) se define en la norma NCSR-02:

$$a_c = S * \rho * a_b$$

donde:

- $a_b$  = aceleración sísmica básica.
- $\rho$  = Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_c$ , en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores:
  - construcciones de importancia normal  $\rho = 1,0$ .
  - Construcciones de importancia especial  $\rho = 1,3$ .
- $S$  = coeficiente de amplificación del terreno.

Dado que nuestra planta es considerada una construcción de importancia normal:

- Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

Por lo que considerando esto la aplicación de la norma de Sismorresistente publicada B.O.E Nº244 (Ministerio de Fomento), y denominada NCSR-02, no es obligatoria de aplicar en nuestro proyecto. Como se indica en el apartado 1.2.3 de la misma:

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



## ANEJO 10. ESTUDIO DE MERCADO

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                       | 2  |
| 2. SITUACIÓN MUNDIAL DE LOS COMBUSTIBLES.....              | 2  |
| 3. SITUACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA.....                      | 3  |
| 4. SITUACIÓN EN ESPAÑA.....                                | 4  |
| 4.1. SITUACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA.....   | 5  |
| 5. SITUACIÓN DE LA BIOMASA.....                            | 7  |
| 5.1. SITUACIÓN GLOBAL Y EUROPEA DE LA BIOMASA.....         | 8  |
| 5.2. SITUACIÓN DE LA BIOMASA EN ESPAÑA.....                | 9  |
| 5.3. USO DE LA BIOMASA PARA USOS TÉRMICOS.....             | 19 |
| 5.4. IMPACTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL DE LA BIOMASA..... | 10 |
| 6. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN.....                            | 12 |

## 1. INTRODUCCIÓN

La biomasa es un combustible renovable y autóctono que se encuentra en cantidades importantes en toda España, contando con un enorme potencial para reducir la dependencia energética de combustibles fósiles. Luchando contra la contaminación, los incendios, el cambio climático... consiguiendo de esta forma generar actividad económica y empleo en el territorio nacional. Buscando fijar población en las zonas rurales, las cuales están sufriendo una despoblación creciente.

España tiene abundancia de recursos biomásicos: forestales, agrícolas, ganaderos, de tipo industrial y residuos municipales. La valorización de esta biomasa es una forma eficiente de generar una energía limpia y renovable con subproductos que aparentemente no tienen forma de ser aprovechados.

## 2. SITUACIÓN MUNDIAL DE LOS COMBUSTIBLES

Tras la pandemia, en el año 2021, comenzaron a registrarse tensiones en los mercados energéticos. Esta situación se fue agravando hasta convertirse en una verdadera crisis energética mundial tras el inicio de la guerra de Rusia y Ucrania a principios del año 2022.

Tras esta situación inédita el precio del gas natural alcanzó máximos históricos, y en consecuencia también lo hicieron la electricidad y el petróleo.

Esta crisis ha provocado que se acuse a las políticas climáticas de contribuir a la escalada de precios de la energía. Una mayor oferta de tecnologías y fuentes de energía renovables habría liberado parte de la presión en el precio de los combustibles.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la evolución del precio del gas en los principales mercados mundiales:

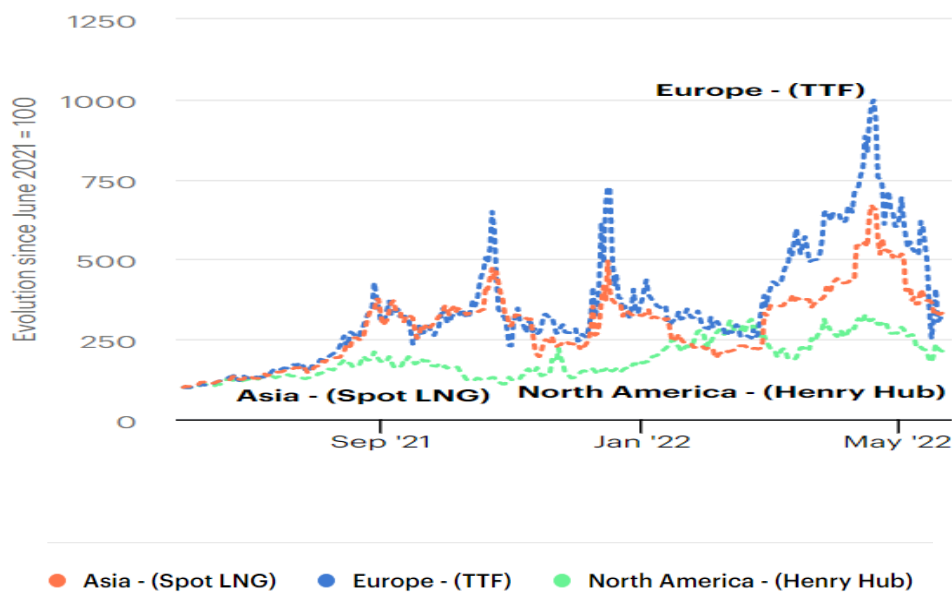


Figura 1: evolución de los combustibles

Fuente: [iea.org](https://www.iea.org)

Donde podemos ver el pico que sufrió el precio del gas, principalmente en el mercado europeo (en azul), a causa de la guerra de Ucrania.

### 3. SITUACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA

Tras el ataque de Rusia a Ucrania la Unión Europea impuso una serie de sanciones a Rusia y muchos de los países europeos declararon su intención de reducir las importaciones de gas ruso, hasta eliminarlas por completo. Rusia respondió a estas acciones restringiendo las exportaciones a través de sus gaseoductos, llegando incluso al cese del suministro.

Esto es un problema grave para Europa ya que Rusia es el mayor exportador de combustibles fósiles del mundo, antes de la guerra  $\frac{1}{4}$  de la energía consumida por la UE venía de Rusia.

Para resolver este problema, Europa decidió reemplazar el gas ruso cobrando precios más altos por el gas natural licuado transportado por mar desde los EE. UU., Australia y Qatar, debido a esto los precios del gas se han disparado porque el gas generalmente determina el precio de venta de la electricidad.

Los precios del petróleo también aumentaron debido a la reestructuración de las rutas comerciales tras la suspensión de las compras de gas ruso.

Para abordar esto, algunos gobiernos han ofrecido apoyo a los consumidores o empresas ya sea a través de apoyo directo o limitando el precio de compra del consumidor y pagando la diferencia al proveedor de energía.

Las medidas más destacadas tomadas por los países europeos son las siguientes:

- Importar gas de otros productores (Argelia, Noruega y Azerbaiyán).
- Ampliar o retomar el uso del carbón para generar electricidad.
- Prolongar la vida útil de las centrales nucleares que pretendían dismantelar.
- Obligaciones en materia de almacenamiento de gas.
- Medidas de consumo eficiente.
- Aumento del uso de las energías renovables.
- Medidas ciudadanas para disminuir el consumo energético.

A todas estas medidas se suma la liberación de las dos mayores reservas de petróleo de emergencia de la historia. Se liberaron cerca de 182 millones de barriles de petróleo de las reservas públicas o de las reservas almacenadas obligatorias de las industrias, sumadas a las que se liberaron de forma opcional por parte de algunos países miembros de la AIE, dando un total de más de 240 millones de barriles.

Esta crisis ha provocado la aceleración en el despliegue de energías renovables más limpias.

## 4. SITUACIÓN EN ESPAÑA

Tras el conflicto en Ucrania, España se posiciona en una posición privilegiada dentro del marco europeo debido a que puede recibir gas proveniente de otras fuentes que no sea la rusa.

Actualmente podríamos coger este gas y distribuirlo por toda Europa, a través de los gaseoductos que nos conectan con Francia.

Además, durante estos años no hemos conseguido lo esperado en lo que se refiere al autoabastecimiento con las energías renovables, esto sumado a que hemos ido dejando de lado el carbón y dismantelando nuestras centrales nucleares, provoca que nos veamos obligados a comprar gas para satisfacer la demanda diaria de energía.

Actualmente la energía eléctrica en España esta distribuida como muestra el siguiente gráfico:

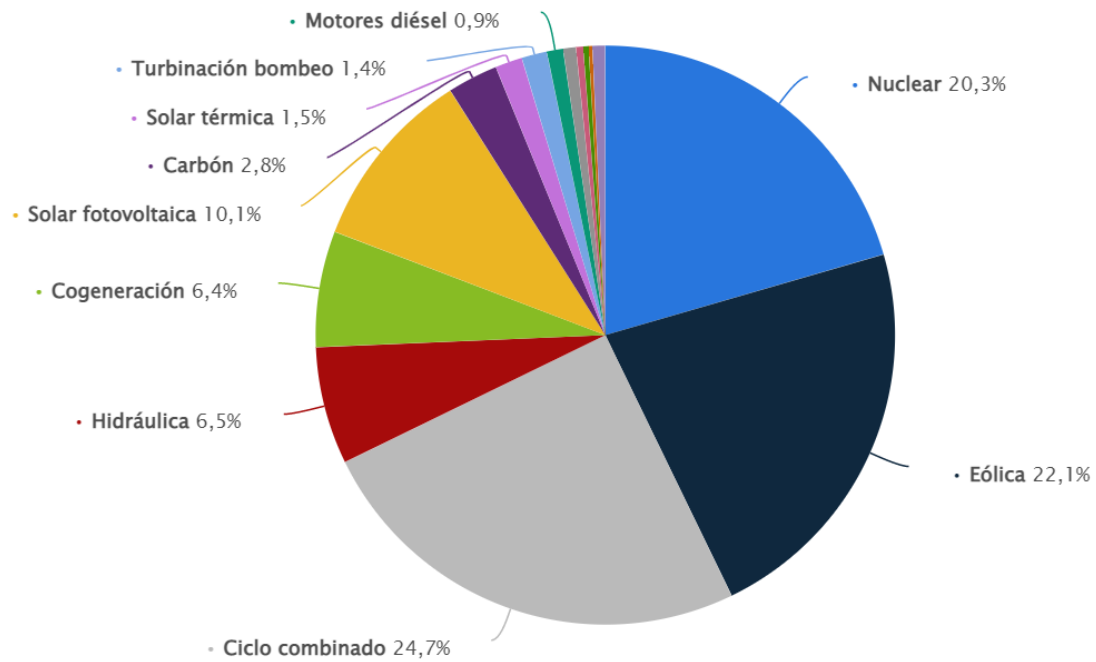


Figura 2: reparto de las energías consumidas en España  
Fuente: energías-renovables.com

## 4.1 SITUACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA

Durante años, España ha sido pionero y líder en Europa en lo que a energías renovables se refiere. Esto es debido a que la península se encuentra situada geográficamente en una posición idónea, donde recibe una gran exposición solar y cuenta con puntos idóneos de viento para ser aprovechados por aerogeneradores.



Figura 3: parque eólico y solar  
Fuente: Wikipedia

Para entender la situación actual vamos a explicar un poco la historia de las energías renovables en nuestro país:



En el año 2000 España se convertiría en uno de los países pioneros en implantar un “*Plan de Fomento de las Energías Renovables*”, con el objetivo de lograr cubrir para el año 2010 el 30 % de la demanda eléctrica del país gracias a las energías renovables, logrando el objetivo con creces.

En la actualidad a nivel de producción de energía, las energías renovables se situaron el año 2022, según el periódico “El Mundo”, en torno al 47 % de la energía total que genera España. Distribuida de la siguiente manera:

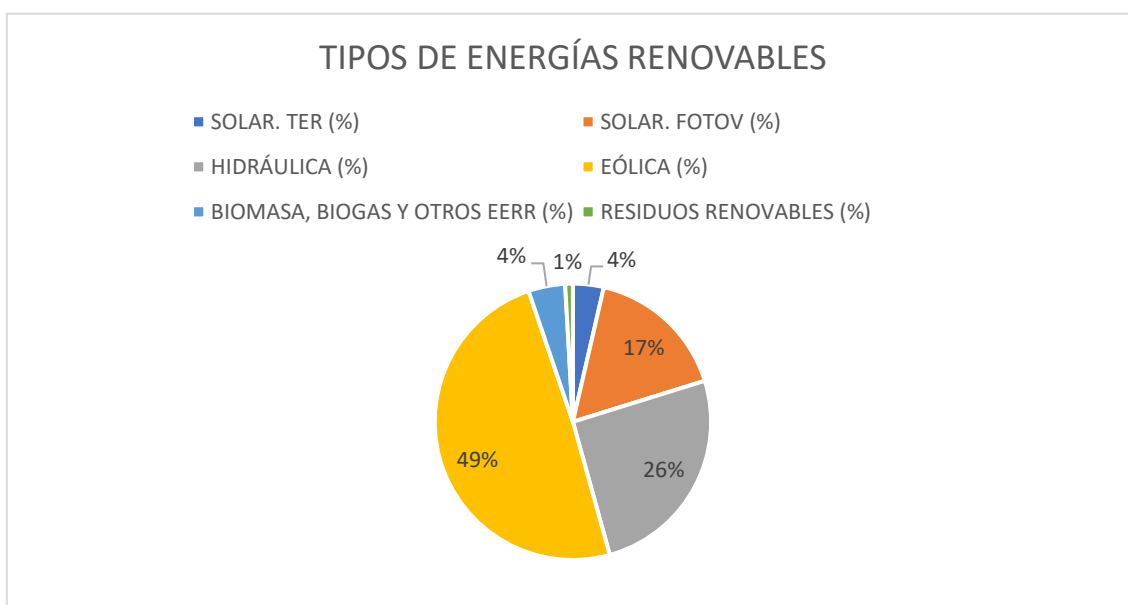


Figura 4: gráfico de las energías renovables  
tabla de elaboración propia a partir de los datos de: APPA Renovables

En abril del 2019 se aprueba el nuevo “*Real Decreto de Autoconsumo*”, con esta nueva ley se pretende incentivar las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo promoviendo el consumo responsable, todo ello con el fin de alcanzar para el año 2030 que un 42% del consumo provenga de las energías renovables.

Las medidas a alcanzar de cara al año 2030 son las siguientes:

- Reducir un 20 % la emisión de gases de efecto invernadero en comparación con el año 1990.
- El 42 % de consumo proveniente de las renovables.
- Un 40 % en cuanto a la mejora de eficiencia energética.

Esto anterior sumado a la “Ley de Cambio Climático y Transición Energética”, el “Plan Nacional Integrado de Energía y Clima” y la “Estrategia de Transición Justa”, tienen como objetivo principal conseguir una España descarbonizada al completo para el año 2050.

Todo ello logrado en su mayoría a que algunas de las tecnologías empleadas en las energías renovables han bajado hasta un 90 % su precio respecto a hace 15 años. Este ahorro en tecnología nos permite en la actualidad que las energías renovables sean prácticamente rentables sin la necesidad de subvenciones.

## 5. SITUACIÓN DE LA BIOMASA

El mercado de la biomasa ha experimentado un crecimiento notable en las últimas décadas, impulsado por la necesidad de los países de reducir la dependencia energética y mejorar la eficiencia energética. La biomasa se ha convertido en una de las fuentes de energía renovables más utilizadas por su capacidad para generar calor y electricidad a partir de materia orgánica y residuos forestales. Además de contribuir a la mitigación del cambio climático y la protección del medio ambiente, el sector de la biomasa ha proporcionado importantes estructuras empresariales y puestos de trabajo sobre todo en las zonas rurales.

La biomasa puede valorizarse mediante diversos procesos para obtener bioenergía en forma de electricidad, calor o biocarburantes. Los principales procesos de transformación de la biomasa en energía se muestran en el siguiente gráfico:

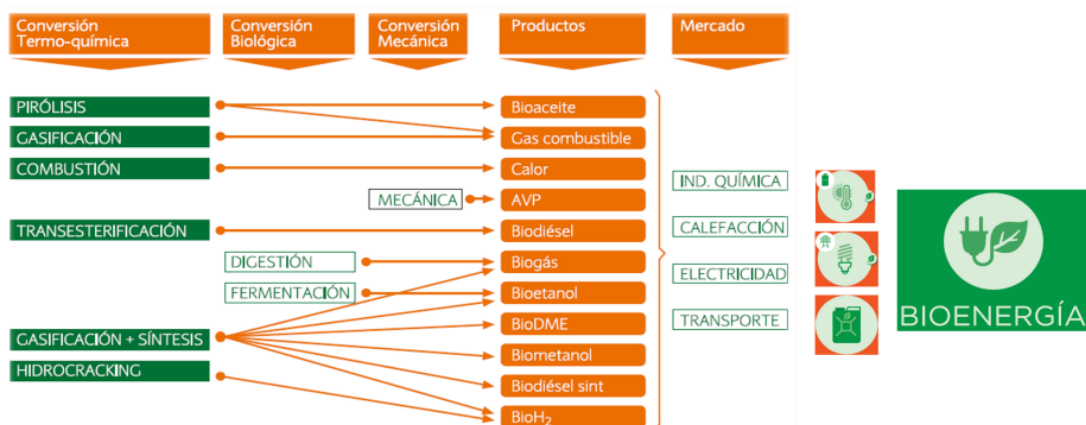


Figura 5: transformación de la energía

Fuente: energías-renovables.com

Se trata de un sector de las energías renovables menos conocido que otras tecnologías como la solar o la eólica. Pero puede contribuir en gran medida a los objetivos de políticas medioambientales y socioeconómicas.

## 5.1 SITUACIÓN GLOBAL Y EUROPEA DE LA BIOMASA

Desde tiempos atrás se emplea la biomasa para producir energía en forma de calor, actualmente su uso se ha incrementado ante la necesidad de reducir el uso de los combustibles fósiles. Actualmente supone el 10 % del suministro de energía primaria a nivel global, siendo mayoritaria la producción en forma de energía térmica que la generación eléctrica.

El calor producido a partir de biomasa puede suministrarse de forma directa o como calor derivado. El caso del calor derivado es el que nos interesa en este proyecto, este calor se produce en una instalación de generación térmica o en una planta de cogeneración, y en lugar de utilizarse directamente se distribuye a través de una red de distribución de agua caliente al consumidor.

La generación de energía a partir de biomasa se hace principalmente a partir de biomasa sólida, y en menor medida, en forma de líquidos, residuos municipales e industriales.

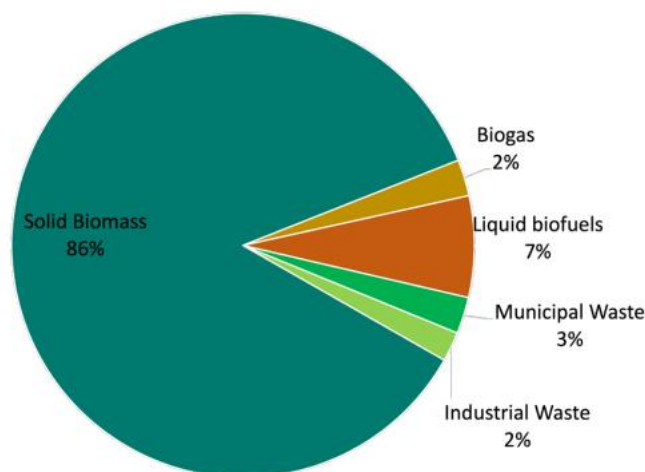


Figura 6: tipos de biomasa  
fuente: worldbioenergy.org

Históricamente las energías renovables en Europa han estado dominadas por la biomasa de origen forestal y por la hidráulica hasta los años 2000, a partir de aquí las energías renovables han empezado a diversificarse. La energía eólica sobre todo, y en menor medida la energía solar han cogido una gran importancia a partir de los 2000, sobre todo a partir del 2015 debido al desarrollo de nuevas y mejores tecnologías.

La inmensa mayoría de la biomasa que se consume en la Unión Europea es local y se valoriza en el mismo país en el que se produce, lo que garantiza una energía limpia debido al no consumo de energías fósiles que supondría su transporte.

## 5.2 SITUACIÓN DE LA BIOMASA EN ESPAÑA

España es uno de los países europeos con mayor potencia de recursos biomásicos. Según datos de Eurostat de 2019, Suecia es el país europeo con más superficie de bosque, seguida por Finlandia y en tercer lugar España con 18567 hectáreas (36,7 % del total del territorio español). Siendo el país europeo con mayor incremento de bosques, con un ritmo de crecimiento anual del 2,2 % muy superior a la media de la Unión Europea que se sitúa en el 0,51 %.

Pese a este dato España se sitúa en la cola de los países europeos en el aprovechamiento de recursos forestales y agroganaderos para la generación de energía eléctrica, térmica, biogás y la valorización de la fracción orgánica de los residuos municipales.

Esto es todo un problema ya que estos subproductos que podrían utilizarse para darles otro uso se van acumulando, desechando, quemando... lo que genera grandes emisiones que pueden provocar relevantes impactos medioambientales. Un claro ejemplo que actualmente todo el mundo conoce es la contaminación de los acuíferos debido a la lixiviación de nitratos causada por los purines.

## 5.3 USO DE LA BIOMASA PARA USOS TÉRMICOS

La producción de calor para edificios e industrias (energía térmica) ha ido creciendo con el paso de los años en nuestro territorio, pero sin alcanzar ni de cerca los valores de la mayoría de países europeos.

Según Francisco Javier Díaz, presidente de la “Asociación de Valorización Energética de la Biomasa” España cuenta con una disposición anual de biomasa de entre 30 y 40 millones de toneladas de biomasa agrícola y unos 50 millones de toneladas de biomasa de origen forestal. De ese total solo se usa entre 1,5 – 2 toneladas para producir energía térmica.

En casas particulares y pequeñas estancias se emplean estufas individuales que pueden ser tanto de aire (como las estufas tradicionales) como de agua (para adaptarse a circuitos de radiadores o al suelo radiante). Mientras que, para los grandes edificios como los bloques de viviendas, edificios públicos, industrias... Se emplean calderas similares en cuanto a prestaciones a las calderas de combustibles convencionales (gasoleo o gas), estas calderas suministran tanto calefacción como agua caliente sanitaria.

Estas calderas destinadas a su uso en grandes bloques de edificios presentan una gran limitación, la necesidad de disponer de una gran superficie libre de humedad para almacenar esa biomasa (pellets, astillas, huesos de aceituna, etc.).

En las nuevas edificaciones esto no supone un problema ya que, si desde su diseño se contempla implantar este tipo de calderas, se va a diseñar una zona específica para su almacenamiento. El problema se presenta en edificios ya construidos que busquen implantar estas calderas.

Estos nuevos edificios que se han decantando por este tipo de calderas, han buscado un sistema capaz de aportar calefacción y agua caliente a todos los edificios con estas mismas características, este es el denominado *district heating* o red de calefacción centralizada.

Un claro ejemplo de este tipo de redes, es la red de calor con biomasa de Soria, la cual da servicio a más de 8000 viviendas y a 30 edificios no residenciales, beneficiando a más de 16000 sorianos. Se puso en marcha en enero del 2015 y cuenta con 3 calderas de 7 MW y más de 28 km de tuberías soterradas.

Genera unos 80 millones de kWh/año evitando así la combustión de más de 8 millones de litros de gasóleo y casi un millón de m<sup>3</sup> de gas natural al año, consiguiendo evitar la emisión de 16000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año.



Figura 7: red de calor  
Fuente: REVI

## 5.4 IMPACTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL DE LA BIOMASA

El sector de la biomasa en España está generando un relevante impacto en cuanto a lo económico, social y medioambiental. Según informes del AFI la valorización energética de la biomasa es una fuente de actividad económica con una marcada componente industrial y con gran capacidad de generación de empleo, sobre todo en las zonas rurales, donde encontramos en su gran mayoría los recursos biomásicos procedentes del sector primario.

En términos económicos el sector de la biomasa esta creciendo en el ámbito empresarial en España, según datos del “Observatorio Nacional de Biomasa” en el año 2020 se generaron cerca de 13000 empleos directos y alrededor de 25000 indirectos, superando los 2500 millones de euros.

Las actividades que se vinculan a las plantas de biomasa son variadas y van desde que se extraen la biomasa, pretratamiento, el transporte del producto, su almacenamiento y finalizando con la generación de energía eléctrica o térmica; sumando todas las empresas encargadas de fabricar los diferentes tipos de calderas. Además de otra gran aportación a la economía como es la reducción de la dependencia energética y de la importación de combustibles de origen fósil.

Esta capacidad de generar y mantener empleos resulta inestimable en territorios que se consideran parte de la España vaciada, pues la inversión en una planta de biomasa consigue dinamizar socioeconómicamente y vertebrar el territorio, creando oportunidades estables y a largo plazo para la población. Oportunidades que además están vinculadas con la transición energética y con la bioeconomía circular, ambas políticas estratégicas para España y Europa.

Todo ello ayuda a contribuir al cumplimiento de los objetivos medioambientales y los relativos a fomentar la economía circular. No solo hablamos de que gracias a la biomasa se sustituyen los combustibles fósiles, sino también de su capacidad para reducir otros riesgos medioambientales como los incendios forestales (gracias a la gestión sostenible de los montes) y reduciendo las emisiones de metano procedentes de la degradación de la materia orgánica presente en purines y vertederos.

Pudiendo ser la biomasa una fuente de ingresos extra para los pequeños productores y agricultores locales ya que la producción de biomasa puede ser una alternativa para la gestión de sus residuos agrícolas o forestales.

Según un estudio realizado por AFI en el año 2018 el sector de la biomasa en España presenta la siguiente contribución medioambiental:

|                                    |                                                    |            |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|
| <b>Contribución medioambiental</b> | Ahorro en emisiones de CO <sub>2</sub> (M€)        | 334        |
|                                    | - <i>Sustitución de combustibles fósiles</i>       | 136        |
|                                    | - <i>Evitadas por vertido</i>                      | 198        |
|                                    | Ahorro en prevención y extinción de incendios (M€) | 150        |
|                                    | <b>TOTAL (M€)</b>                                  | <b>484</b> |

Figura 8: contribución medioambiental de la biomasa

Fuente: AFI

Para entender mejor este constante empeño del territorio español en apoyar cada vez más el desarrollo de las energías renovables nos tenemos que remontar al año 2019, en febrero de ese año se aprobó el borrador de “Transición Justa” el cual pretende el desmantelamiento de centrales nucleares y de carbón, garantizando puestos de trabajo

y cohesión social y económica, sobre todo en los territorios más afectados por la supresión de este tipo de centrales.

Invirtiendo en estas zonas en plantas de biomasa, redes de calor con biomasa, biodigestores, plantas de biogás, etc. Dándose en estas zonas una situación favorable debido a sus amplias zonas forestales.

Sin embargo, también existen algunas preocupaciones con el uso de la biomasa como fuente de energía, sobre todo haciendo referencia a la posible competencia con la producción de alimentos y la gestión sostenible de los bosques. Por lo tanto es de vital importancia garantizar una gestión adecuada y sostenible de los recursos biomásicos con el fin de minimizar cualquier impacto negativo en el medio ambiente, asegurando así la viabilidad del sector a largo plazo.

En este sentido la Unión Europea ha establecido una serie de criterios para la sostenibilidad en la producción y el uso de la biomasa, incluyendo la protección de la biodiversidad, la reducción de gases de efecto invernadero y promover prácticas agrícolas y forestales sostenibles.

## **6. PROPUESTA DE ACTUACIONES**

Para que el sistema de la biomasa avance en España, resulta fundamental que se implementen una serie de actuaciones que lo permitan:

- Establecer un marco normativo con consideraciones específicas que, además de la vertiente energética renovable, reconozca las singulares aportaciones sociales, económicas y medioambientales que esta energía limpia genera en los sectores agrícola, ganadero y forestal, en especial su singular capacidad de creación de empleo y los ahorros que induce en compra de emisiones difusas de GEI y en prevención de incendios forestales.
- Promover la investigación y el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles para la producción y uso de biomasa, incluyendo nuevas técnicas de producción y transformación de la biomasa en energía.
- Los agentes decisores que regulan el mercado eléctrico no deberían confundir el 'valor' con el 'precio'. La biomasa supone una oportunidad estratégica para el país, para sus distintas regiones, al poder contribuir a los objetivos de numerosas políticas medioambientales y socioeconómicas en base a la generación energética.
- Establecer una estrategia nacional de fomento y regulación de la biomasa, que incluya incentivos fiscales y económicos para la inversión en proyectos de biomasa, así como la promoción de acuerdos y contratos de suministro a largo plazo.

ANEJO 10. ESTUDIO DE MERCADO

- El sistema de subastas de renovables debería orientarse diferenciándose por tecnologías para permitir el desarrollo de instalaciones de biomasa, biogás y residuos renovables. Estas subastas de potencia no deberían constituir hitos aislados y no planificados, sino que deben establecerse periódica y planificadamente, permitiendo un desarrollo ordenado del sector y la consecución de los objetivos establecidos para el mismo.
- Debe permitirse que las instalaciones de biomasa que ya están en funcionamiento produzcan el número de horas máximo para el que fueron dimensionadas (más de 8.000 h/año) que se eliminó con la reforma del sector eléctrico de 2014. De esta forma se permitiría que las instalaciones funcionasen el máximo de horas para las que están diseñadas al igual que lo hacen las cogeneraciones con gas que no cuentan con limitación regulatoria alguna, permitiendo maximizar la valorización de residuos y subproductos, y evitando las paradas en determinados periodos del año.
- Mejorar la formación y capacitación de los profesionales del sector de la biomasa, incluyendo a técnicos, ingenieros y otros expertos, a través de la oferta de programas de formación y capacitación específicos.
- Fortalecer la gestión forestal sostenible, promoviendo la certificación y la adopción de prácticas forestales responsables para garantizar el suministro sostenible de biomasa.
- En la transición energética en marcha, ante la prevista entrada masiva de eólica y fotovoltaica en el sistema, debe tenerse muy en cuenta que la biomasa es una energía renovable totalmente gestionable y capaz de aportar energía de carga base, pudiendo actuar como el complemento perfecto para garantizar unas óptimas condiciones en un escenario de implantación progresiva de tecnologías renovables (como la eólica y la fotovoltaica), consiguiendo así el desmantelamiento progresivo de nucleares y centrales de carbón.
- Promover el uso de sistemas de cogeneración que permitan la producción de energía y calor de manera simultánea, lo que aumenta la eficiencia del proceso y reduce los costos.
- Poner en valor que la biomasa puede ser un elemento clave para la transición energética al contar con un balance neutro de CO<sub>2</sub> y ahorrar sustancialmente emisiones difusas (las más complicadas de evitar al provenir de fuentes como la ganadería y los edificios).
- Desarrollar programas específicos de financiamiento para proyectos de biomasa, incluyendo el acceso a líneas de crédito con tasas de interés preferenciales y la promoción de inversiones de capital de riesgo.



- Implementar políticas de comunicación y divulgación que promuevan la adopción de la biomasa como fuente de energía renovable, destacando sus beneficios ambientales y económicos, y la importancia de su uso para alcanzar los objetivos de sostenibilidad energética.

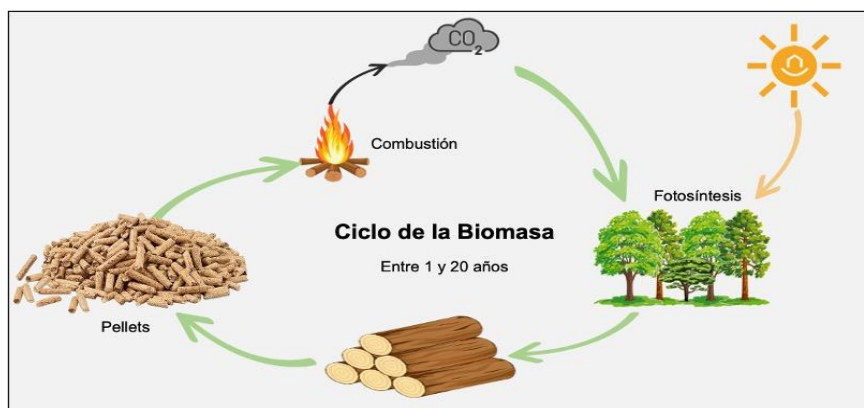


Figura 9: ciclo de la biomasa.  
Fuente: energías-renovables.com

Además, actualmente en España confluyen ciertas circunstancias que nos posicionan estratégicamente para el desarrollo de nuestra bioeconomía:

- En nuestro territorio existen recursos biomásicos de diversa naturaleza y de sobra para ser utilizados y valorizados en cantidades industriales.
- España presenta un gran potencial para el desarrollo y la producción de cultivos destinados a la biorrefinería en terrenos que actualmente son destinados a barbecho.
- Tenemos una reconocida capacidad biotecnológica para el desarrollo de material vegetal, biocatalizadores y otras tecnologías específicas para los procesos industriales del ámbito de la biomasa que lo requieran.
- Se necesita reindustrializar España, sobre todo en lo que se refiere al desarrollo de industrias que fomenten el desarrollo rural y garanticen la sostenibilidad medioambiental, creando oportunidades para dinamizar la socioeconomía.
- La necesidad de crear y mantener empleos asociados a modelos productivos innovadores, lo que generará un alto valor añadido garantizando un desarrollo sostenible que contribuya a frenar el cambio climático.

ANEJO 10. ESTUDIO DE MERCADO

- Seguir el modelo por el cual se está apostando en Europa que se basa en generar modelos productivos que contribuyan a crear un entorno europeo industrial regido por la bioeconomía y la economía circular. España está también contribuyendo a este nuevo modelo gracias al desarrollo de distintas estrategias, tanto nacional como autonómicas.

En conclusión, la biomasa es una fuente de energía renovable con un gran potencial para contribuir a la transición energética del país y reducir la actual dependencia que tenemos de otros países debido a los combustibles fósiles. Sin embargo, para aprovechar al máximo sus beneficios y garantizar su sostenibilidad a largo plazo, es necesario adoptar un enfoque integral y coordinado que involucre tanto a los gobiernos, al sector empresarial, la sociedad civil y la comunidad científica.

Si se implementan estas propuestas y se avanza en la mejora del sector de la biomasa, España podrá lograr una mayor diversificación dentro de su sistema energético, reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir al desarrollo sostenible de sus regiones forestales y rurales.



## ANEJO 11. ESTUDIO ECONÓMICO

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                       |   |
|-------------------------------------------------------|---|
| 1. OBJETO .....                                       | 2 |
| 2. AHORRO ENERGÉTICO.....                             | 3 |
| 2.1. AHORRO RESPECTO A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES ..... | 4 |
| 2.1.1.ASTILLA.....                                    | 4 |
| 2.1.2.COMBUSTIBLES FÓSILES .....                      | 5 |
| 3. CONCLUSIONES .....                                 | 6 |

## **1. OBJETO**

El presente proyecto no pretende obtener una rentabilidad puramente económica. Se trata de un proyecto público solicitado por el ayuntamiento de Duruelo de la Sierra con el objetivo principal de conservar el medio ambiente eliminando en sus edificios públicos el empleo de combustibles fósiles, todo ello con el objetivo de dar un servicio a los habitantes del municipio.

## 2. AHORRO ECONÓMICO

La biomasa presenta una serie de ventajas respecto al resto de combustibles:

- Reducción de la contaminación: La ventaja de la biomasa para su empleo en calefacción y agua caliente es que, a diferencia de los combustibles fósiles, su producción no contamina ni destruye la capa de ozono. Su generación de gases contaminantes es nula porque emite CO<sub>2</sub> neutro, y es exactamente el mismo que absorbió la planta durante su crecimiento.
- Rentabilidad: Aunque la inversión inicial en una caldera de biomasa es superior a las de gas o gasoil, rápidamente se empieza a amortizar, porque nos vamos a ahorrar las facturas mensuales que tendríamos que pagar por los combustibles convencionales. El motivo es que la biomasa emplea un combustible sólido mucho más económico que el gasoil, así que en poco tiempo habrás recuperado esa inversión económica inicial.
- Fuente de energía inagotable: España tiene importantes recursos en biomasa forestal y sólo se utiliza una parte mínima. Decimos que es una fuente de energía inagotable porque su producción es continua año tras año. Las plantas, los animales y los seres humanos generamos constantemente residuos orgánicos en un ciclo sin fin, por lo que cada año, especialmente en la época de poda, se vuelve a renovar la biomasa forestal.
- Mantiene los bosques limpios y disminuye el riesgo de incendios: Permite reducir el deterioro medioambiental y favorecer la repoblación forestal. Contribuye a limpiar la maleza generada y a mantener la regeneración de las especies arbóreas, reduciendo los problemas de erosión y desertificación. Además, favorece las labores de extinción de incendios por eliminar la maleza, las ramas caídas y las hojas secas.
- Se disminuye la dependencia energética del exterior: Otra ventaja del precio de la biomasa es que no depende de mercados internacionales, como sí sucede con los combustibles fósiles como el gas, el carbón y el petróleo. La biomasa es un combustible autóctono, lo que significa que evitamos depender de fuentes de energías ajenas de países terceros con situaciones políticas inestables, que pueden subir o bajar precios del combustible sin que podamos hacer nada por evitarlo.
- Genera empleo en el medio rural: Un factor importante es que la industria de la biomasa contribuye a impulsar el desarrollo económico local, generando nuevos puestos de trabajo en el mundo rural.

## 2.1 AHORRO RESPECTO A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

Tras realizar los cálculos oportunos en el Anejo 5 “Cálculos energéticos” hemos obtenido la demanda energética de los edificios anexionados a la red de calor:

Tabla 1: demanda energética anual

| RED DE CALOR    |                           |                               |              |                            |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|
| EDIFICIO        | CONSUMO TOTAL ANUAL (kWh) | DIAS EN FUNCIONAMIENTO AL AÑO | HORAS AL DÍA | CONSUMO MÁXIMO DIARIO (kW) |
| Colegio         | 40353                     | 219                           | 6            | 184,26                     |
| Campo de fútbol | 2685                      | 120                           | 2            | 22,38                      |
| Ayuntamiento    | 47755                     | 178                           | 8            | 268,29                     |
| Centro de salud | 30507                     | 269                           | 6            | 113,41                     |
| Guardería       | 4053                      | 223                           | 6            | 18,17                      |
| P. Deportes     | 6930                      | 223                           | 8            | 31,07                      |
| <b>TOTAL</b>    | <b>132283</b>             | <b>1232</b>                   | <b>36</b>    | <b>637,58</b>              |

Fuente: elaboración propia

Sabemos por lo tanto que la demanda media diaria será de 637,58 kW, pero nuestra caldera esta sobredimensionada a 2 MW.

### 2.1.1 ASTILLA

Como hemos podido calcular en el anejo de la ingeniería del proceso, la caldera va a funcionar 1 hora al día consumiendo para ello 548 kg de astilla.

Que multiplicados por el número de días que funcionara la red de calor (303 días):

$$548 \text{ kg} \times 303 \text{ día} = 166044 \text{ kg de astilla al año}$$

Sabiendo que la astilla, gracias al contrato firmado entre la empresa maderera y el ayuntamiento, nos cuesta 70 €/Tn. Obtenemos un gasto anual de:

$$166,04 \text{ Tn} \times 70 \frac{\text{€}}{\text{Tn}} = 11622,6 \text{ €}$$

### 2.1.2 COMBUSTIBLES FÓSILES

Sabemos que encendemos la caldera durante una hora al día para generar 2 MW de potencia por lo que sabiendo que el poder calorífico del gasóleo es de 10,18 kWh/L, obtenemos que:

$$\frac{2000 \text{ kW}}{10,18 \text{ kW}} = 196,46 \text{ litros}$$

Que multiplicado por los 303 días de funcionamiento de la red de calor:

$$303 \text{ día} \times 196,46 \text{ litros} = 59527,4 \text{ litros al año}$$

Por lo que si el precio actual del gasóleo es de 1,164 €/Litro:

$$59527,4 \text{ L} \times 1,164 \frac{\text{€}}{\text{L}} = \mathbf{69289,9 \text{ €}}$$



### **3. CONCLUSIONES**

Como podemos observar gracias a los cálculos anteriores, el precio de cubrir la demanda con biomasa es mucho menor que con gasóleo.

Exactamente ahorraríamos una cantidad anual de 57667,3 €.

Por lo que, aun no siendo el objetivo del proyecto, sabiendo que el presupuesto del proyecto es de 385173,60 €, con el ahorro anual de nuestro proyecto recuperaríamos la inversión inicial partir del 7 año de funcionamiento.



## **ANEJO 12. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

|                                                       |   |
|-------------------------------------------------------|---|
| 1. OBJETO DEL ESTUDIO .....                           | 2 |
| 2. NORMATIVA .....                                    | 3 |
| 3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....                   | 4 |
| 4. FOCOS CONTAMINANTES.....                           | 4 |
| 4.1. ESCORIAS, CENIZAS Y OTROS RESIDUOS SÓLIDOS ..... | 5 |
| 4.2. EFLUENTES LÍQUIDOS .....                         | 5 |
| 4.3. HUMOS Y EMISIONES GASEOSAS .....                 | 5 |
| 4.4. OLORES.....                                      | 6 |
| 4.5. RUIDO .....                                      | 6 |
| 4.5.1.NIVEL SONORO .....                              | 6 |
| 4.5.2.FOCOS DE RUIDO A CONSIDERAR.....                | 7 |
| 4.6. VIBRACIONES .....                                | 7 |
| 4.7. MATERIALES INFLAMABLES Y EXPLOSIVOS .....        | 7 |
| 5. SEGURIDAD.....                                     | 8 |
| 5.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....                 | 8 |
| 5.2. SEGURIDAD EN FASE DE CONSTRUCCIÓN .....          | 8 |
| 6. CONCLUSIONES .....                                 | 9 |

## **1. OBJETO DEL ESTUDIO**

El objeto del presente anejo es la capacidad de llevar a cabo una previsión ambiental del proyecto de una instalación de red de calor por biomasa para los edificios públicos del municipio de Duruelo de la Sierra (Soria).

Se pretenden conocer las consecuencias sobre el medio ambiente y sus impactos (tanto negativos como positivos, si los hubiera) en todas las fases del proyecto. De este modo, se proponen una serie de medidas tanto de protección como de corrección que sean eficaces para disminuir los impactos negativos del proyecto, y un programa de vigilancia ambiental que controle el cumplimiento de las medidas y facilite la toma de decisiones si se superan determinados umbrales.

El objetivo principal de la planta de biomasa es el empleo de energías renovables como fuente de alimentación para calentar el agua necesaria para cubrir toda la demanda de ACS y calefacción de los edificios públicos del municipio. Por tanto, el impacto sobre el medio ambiente es de forma positiva puesto que estamos sustituyendo el empleo de combustibles fósiles por combustibles renovables.

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.

## 2. NORMATIVA

La normativa estatal de referencia en materia de evaluación de impacto ambiental es el RDL 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Impacto ambiental de proyectos, así como la modificación de la misma por la Ley 6/2010, de 24 de marzo.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, establece el ámbito de aplicación de la evaluación del impacto ambiental en su artículo 7. “Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental.” Y establece que serán objeto de evaluación de impacto ambiental los siguientes proyectos:

- Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.
- Los comprendidos en el apartado 2, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III.
- Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II, cuando dicha modificación cumple, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.
- Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor.

Por lo que revisando los anexos de la norma que acabamos de mencionar podemos determinar que:

Debido a la naturaleza del proyecto, es necesario el estudio de impacto ambiental para el proyecto que nos ocupa. 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.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Las diferentes acciones del proyecto pueden tener un efecto sobre el medio. Conociendo tanto las características del proyecto, como las características del medio, se identifican y se caracterizan los impactos ocasionados.

Estos factores ambientales se dividen en el subsistema físico y natural, y el subsistema socioeconómico:

- El subsistema físico y natural, donde se diferencian tres medios: medio abiótico (aire, agua y suelo), medio biótico (flora y fauna) y medio perceptual (paisaje).
- El subsistema socioeconómico donde se considera: infraestructuras, población y economía.

Identificando los siguientes factores más destacados:

- Aire: calidad (emisión de GEI y otros contaminantes), nivel de polvo, nivel de ruido y nivel de olores.
- Agua: disponibilidad y calidad (vertidos, percolaciones, nitratos...). - Suelo: fertilidad, estructura, composición química y estabilidad (procesos de erosión, escorrentía o corrimientos).
- Flora: densidad y diversidad.
- Fauna: hábitat, densidad y diversidad. - Paisaje: calidad y visibilidad.
- Infraestructuras: transporte (cantidad de vehículos y fluidez del tráfico), comunicaciones (carreteras y caminos) y residuos (gestión y eliminación).
- Población: calidad de vida (alteraciones por ruido, olor, tráfico...).
- Economía: empleo (contratación de mano de obra directa o indirectamente), producción ganadera y actividad económica (contratación de empresas de la zona, uso de recursos de la zona) etc.

### 4. FOCOS CONTAMINANTES

A objeto de clasificar con detalle los focos de emisión más importantes que se producirán por la construcción y funcionamiento de la planta de biomasa, se ha elaborado la siguiente lista:

## 4.1 ESCORIAS, CENIZAS Y OTROS RESIDUOS SÓLIDOS

Nuestra planta de biomasa genera como residuo de la combustión de la astilla unas 45 toneladas de escorias que puedan contener la biomasa de origen forestal, y las cenizas producidas, exentas de materias combustibles. Estas serán utilizadas como fertilizante.

## 4.2 EFLUENTES LÍQUIDOS

Las purgas y vaciados de equipos son inocuas y tratadas convenientemente para eliminar cualquier efecto nocivo, de acuerdo con la normativa vigente.

## 4.3 HUMOS Y EMISSIONES 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.

Antes de su evacuación a la atmósfera, los humos pasan por un sistema de depuración basado en ciclones y filtros.

Tras estos procesos de filtración las características que presentan los humos emitidos en la planta son los siguientes:

Tabla 1: análisis en base seca de la astilla forestal para 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: idea.es

La mayoría de emisiones queda repartida entre el oxígeno y el dióxido de carbono, este dióxido de carbono resultante de la combustión de biomasa forestal, se dice que cumple un ciclo de emisiones neutro. Ya que ese dióxido de carbono emitido a la atmósfera durante la combustión es el CO<sub>2</sub> que ha ido tomando el propio árbol durante su ciclo de vida.

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.

Dichos valores límite quedan recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 2: 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: BOE

Por lo que nuestra central de biomasa se encuentra dentro de los límites establecidos, cumpliendo por lo tanto la normativa vigente.

## 4.4 OLORES

La combustión completa de la biomasa asegura la ausencia de ningún tipo de olor.

## 4.5 RUIDOS

### 4.5.1 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.

Nuestra central de biomasa se encuentra dentro de los límites establecidos para el área clasificada 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).

#### 4.5.2 FOCOS DE RUIDO A CONSIDERAR

Los principales focos de ruido que genera nuestra planta en condiciones normales de funcionamiento son los siguientes:

- Ventiladores de la caldera de biomasa: El nivel sonoro en origen es de 75 dBA a 1 m.
- 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 80 dBA a 1 metro de la boca de salida de la chimenea y en la dirección del flujo, que pasan a ser 70 dBA por corrección de la direccionalidad si se toman en dirección al punto de recepción.
- Secadero: El nivel sonoro de esta máquina es de 80 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 30 dBA. Con ello, el nivel sonoro a 1 metro de la pared de la nave es de 50 dBA.
- Bombas hidráulicas: El nivel sonoro en origen es de 80 dBA a 1 m.
- Motores de los tornillos sinfín: El nivel sonoro en origen es de 70 dBA a 1 m.

#### **4.6 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.

#### **4.7 MATERIALES INFLAMABLES Y EXPLOSIVOS**

La central de generación contará con equipos contra incendios según se detalla, cumpliendo todos los aparatos con la normativa actualmente vigente.

## **5. SEGURIDAD**

### **5.1 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.

### **5.2 SEGURIDAD EN FASE DE CONSTRUCCIÓN**

La seguridad durante esta fase queda recogida según la normativa vigente en el Anejo X "Estudio de Seguridad y Salud".

## **6. CONCLUSIONES**

El proyecto como bien sabemos conlleva impactos negativos poco significativos sobre el medio. En cambio, el gran objetivo del proyecto es el de solucionar problemas actuales del medio ambiente, la energía y los recursos. Dentro de estos impactos a favor del proyecto, debemos de hacer máximo hincapié en los beneficios económicos, de futuro y de agenda medio ambiental nacional.

Por otro lado, para combatir los impactos negativos, debemos respetar y ejecutar de manera férrea las medidas correctoras, reduciendo de manera eficaz los impactos dirigidos al medio, por consecuencia del proyecto resultante.

Por lo tanto, atendiendo a los motivos expuestos anteriormente se comprueba que la actividad se ajusta a la normativa y legislación vigente, además de considerarse que el impacto ocasionado es compatible con el entorno.

Por lo que se entiende que el proyecto es medioambientalmente admisible.



## ANEJO 13. GESTIÓN DE RESIDUOS

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETO .....                                                                   | 3  |
| 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS OBRAS Y AGENTES INTERVINIENTES, Y SUS OBLIGACIONES ..... | 4  |
| 2.1. PRODUCTOR DE RESIDUOS.....                                                   | 4  |
| 2.1.1.OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS.....                                 | 5  |
| 2.2. POSEEDOR DE RESIDUOS .....                                                   | 6  |
| 2.2.1.OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS .....                                 | 6  |
| 2.3. GESTOR DE RESIDUOS .....                                                     | 7  |
| 2.3.1.OBLIGACIONES DEL GESTOR DE RESIDUOS .....                                   | 7  |
| 3. NORMATIVA Y REGULACIÓN APLICABLES .....                                        | 8  |
| 4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS .....                                 | 9  |
| 5. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....                                      | 11 |
| 6. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....                                    | 12 |
| 7. MEDIDAS PARA UTILIZACIÓN, VALORACIÓN Y ELIMINACIÓN DEL RESIDUO                 | 14 |
| 8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS .....                               | 15 |
| 9. ESPACIO PARA ALMACENAJE Y SEPARACIÓN DE RESIDUOS .....                         | 16 |
| 10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN .....                                | 17 |
| 11. GESTIÓN DE LAS CENIZAS PRODUCIDAS EN LA CALDERA.....                          | 18 |
| 11.1...TIPOS DE CENIZAS.....                                                      | 18 |
| 11.2...CARACTERÍSTICAS DE LAS CENIZAS .....                                       | 18 |
| 11.2.1.PROPIEDADES FÍSICAS .....                                                  | 19 |
| 11.2.2.PROPIEDADES QUÍMICAS.....                                                  | 19 |
| 11.3...TRATAMIENTO DE LAS CENIZAS .....                                           | 20 |
| 11.4...CANTIDAD DE CENIZAS PRODUCIDAS POR LA CALDERA .....                        | 20 |
| 11.5...APLICACIÓN DE LAS CENIZAS .....                                            | 21 |
| 11.5.1.LAS CENIZAS COMO FERTILIZANTE .....                                        | 21 |

ANEJO 13. GESTIÓN DE RESIDUOS

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 11.5.2. LAS CENIZAS COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....        | 23 |
| 11.5.3. LAS CENIZAS PARA DESCONTAMINAR SUELOS MINERALES ..... | 24 |
| 11.6...PLAN DE GESTIÓN DE LAS CENIZAS.....                    | 24 |
| 11.7...CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES .....                 | 26 |

## 1. OBJETO

El objeto del presente documento se realiza en virtud de lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 “Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición” para la redacción del Proyecto “Instalación de Red de Calor por Biomasa para los Edificios Públicos del Municipio de Duruelo de la Sierra (Soria)”.

Los objetivos que se pretenden cubrir en este anejo son los siguientes:

- Determinar los agentes intervinientes en la gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Identificación de los residuos y estimación de la cantidad de los mismos.
- Valoración de medidas para la prevención de residuos en la obra.
- Medidas para la separación de los residuos de la obra.
- Definir instalaciones previstas para el almacenamiento de residuos, manejo, separación y otras operaciones.
- Determinar las operaciones a las que se destinarán los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos.

Además de gestionar las cenizas producidas por la caldera, tras la combustión de las astillas de madera. Detallando la producción total de cenizas, los tipos de cenizas producidos y el destino que va a tener este residuo.

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS OBRAS Y AGENTES INTERVINIENTES, Y SUS OBLIGACIONES

- Proyecto: **INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE DURUELO DE LA SIERRA (SORIA).**
- Situación: Duruelo de la Sierra (Soria).
- Promotor: Ayuntamiento de Duruelo de la Sierra.
- Proyectista: El estudiante de Ingeniería Agraria y Energética, D. Alejandro Martín Francisco.

### 2.1 PRODUCTOR DE RESIDUOS

El productor de residuos se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler.

Según el artículo 2 "Definiciones" del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar los siguientes tres casos:

- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos el mencionado Promotor, es decir, **el Ayuntamiento de Duruelo de la Sierra.**



### 2.1.1 OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS (PROMOTOR)

El promotor de la obra esta obligado a incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, con los siguientes contenidos mínimos:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por 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, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
- Las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008 y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

Se debe presentar además un inventario de los residuos peligrosos que se generan, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos.

## 2.2 POSEEDOR DE RESIDUOS

Es la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición, que no ostente la condición de gestor de residuos. Corresponde a quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos que se generan en la misma.

Es decir, **al constructor**.

### 2.2.1 OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS (CONSTRUCTOR)

La persona física que ejecute la obra (el constructor) está obligado a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Siendo destinados preferiblemente a operaciones de reciclado o reutilización.

La entrega de estos residuos a un gestor por parte del poseedor debe incluir un documento seguro en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible y el tipo de residuos entregados.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan. Si no se dispone de espacio suficiente en la obra para llevar a cabo este proceso, los productos podrán ser separados por un gestor de residuos en una planta de tratamiento de residuos.

## 2.3 GESTOR DE RESIDUOS

Es la persona o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos.

Sera designado por el productor de los residuos con anterioridad al comienzo de las obras.

### 2.3.1 OBLIGACIONES DEL GESTOR DE RESIDUOS

Deberá cumplir con la siguiente lista de obligaciones:

- En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, el método de gestión aplicado y el destino de los productos.
- Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior.
- Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos.
- En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición.

### **3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE**

El presente estudio de gestión de residuos esta amparado por el artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

Se aplica este artículo por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como: "cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en el artículo 3 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición".

Destacando que en nuestro estudio no es aplicable las excepciones contempladas en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra o en una obra distinta, siempre y cuando puedan acreditarse de forma segura su destino a reutilización.
- Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre.

Por lo que para este estudio se ha considerado la siguiente normativa:

- Artículo 45 de la Constitución Española.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 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.

## 4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Se identifican los trabajos previstos en la obra, con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos que se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2005/532/CE, dando lugar a los siguientes grupos:

- RCDs de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de los excedentes de las obras de excavación de los movimientos de tierra.
- RCDs de Nivel II: Escombros que conforman una mezcla de materiales pétreos y otros, habitualmente maderas, vidrio, plástico, metales, yesos, papel y asimilables a urbanos, etc.

Son residuos no peligrosos los que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. La siguiente tabla muestra todos los residuos de la obra:

| Código    | Descripción                                                                                                                                     | Peso (kg) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|
| <b>08</b> | <b>Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización de revestimientos, adhesivos, sellantes y tintas de impresión.</b>       |           |                           |
| 08.01.11* | Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.                                                 |           |                           |
| 08.01.12  | Residuos de pintura y barniz distintos de los especificados en 08.01.11                                                                         |           |                           |
| 08.01.17* | Residuos del decapado o eliminación de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.                      |           |                           |
| 08.01.18  | Residuos del decapado o eliminación de pintura y barniz distintos de los especificados en 08.01.17                                              |           |                           |
| <b>15</b> | <b>Residuos de envases, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.</b> |           |                           |
| 15.01.01  | Envases de papel y cartón.                                                                                                                      |           |                           |
| 15.01.02  | Envases de plástico.                                                                                                                            | 2         | 1,5                       |
| 15.01.03  | Envases de madera.                                                                                                                              |           |                           |
| 15.01.04  | Envases metálicos.                                                                                                                              |           |                           |
| 15.01.07  | Envases de vidrio.                                                                                                                              |           |                           |
| 15.02.02* | Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.                                                                  |           |                           |
| <b>17</b> | <b>Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de las zonas contaminadas)</b>                                         |           |                           |
| 17.01.01  | Hormigón.                                                                                                                                       |           |                           |
| 17.01.02  | Ladrillos.                                                                                                                                      |           |                           |
| 17.01.03  | Tejas y materiales cerámicos.                                                                                                                   |           |                           |
| 17.01.06* | Mezclas o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas.                        |           |                           |
| 17.01.07  | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17.01.06                               | 4         | 3                         |

ANEJO 13. GESTIÓN DE RESIDUOS

| Código    | Descripción                                                                                                                                                                                                                | Peso (kg) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|
| 17.02.01  | Madera.                                                                                                                                                                                                                    | 2 000     | 3,3                       |
| 17.02.02  | Vidrio.                                                                                                                                                                                                                    |           |                           |
| 17.02.03  | Plástico.                                                                                                                                                                                                                  | 15        | 11,6                      |
| 17.02.04* | Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.                                                                                                                              |           |                           |
| 17.03.01* | Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.                                                                                                                                                                      |           |                           |
| 17.03.02  | Mezclas bituminosas distintas de la especificada en 17.03.01                                                                                                                                                               |           |                           |
| 17.03.03* | Alquitrán de hulla y productos alquitranados                                                                                                                                                                               |           |                           |
| 17.04.01  | Cobre, bronce, latón.                                                                                                                                                                                                      |           |                           |
| 17.04.02  | Aluminio.                                                                                                                                                                                                                  |           |                           |
| 17.04.03  | Plomo.                                                                                                                                                                                                                     |           |                           |
| 17.04.04  | Zinc.                                                                                                                                                                                                                      |           |                           |
| 17.04.05  | Hierro y acero.                                                                                                                                                                                                            | 820       | 4,5                       |
| 17.04.06  | Estaño.                                                                                                                                                                                                                    |           |                           |
| 17.04.07  | Metales mezclados.                                                                                                                                                                                                         |           |                           |
| 17.04.09* | Residuos metálicos contaminados por sustancias peligrosas.                                                                                                                                                                 |           |                           |
| 17.04.10* | Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.                                                                                                                                      |           |                           |
| 17.04.11  | Cables distintos de los especificados en 17.04.10                                                                                                                                                                          | 45        | 0,02                      |
| 17.06.01* | Materiales de aislamiento que contienen amianto.                                                                                                                                                                           |           |                           |
| 17.06.03* | Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.                                                                                                                                      |           |                           |
| 17.06.04  | Materiales de aislamiento distintos de los especificados en 17.06.01 y 17.06.03.                                                                                                                                           |           |                           |
| 17.06.05* | Materiales de construcción que contienen amianto (6).                                                                                                                                                                      |           |                           |
| 17.08.01* | Materiales a partir de yeso contaminado con sustancias peligrosas.                                                                                                                                                         |           |                           |
| 17.08.02  | Materiales a partir de yeso distintos de los especificados en 17.08.01                                                                                                                                                     |           |                           |
| 17.09.01* | Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.                                                                                                                                                              |           |                           |
| 17.09.02  | Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo sellantes con PCB, revestimientos de suelos a partir de resinas con PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB). |           |                           |
| 17.09.03* | Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.                                                                                                        |           |                           |
| 17.09.04  | Residuos mezclados de la construcción y la demolición distintos de los especificados en 17.09.01, 17.09.02 y 17.09.03.                                                                                                     | 1 200     | 4,8                       |

Tabla 1: identificación de los residuos a generar

## 5. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Vamos a estimar los residuos que se generarán en la obra a partir de las mediciones del proyecto, para determinar el peso de los restos de los materiales sobrantes y del embalaje de los mismos.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno. A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Gracias a estudios realizados por el ITeC sobre los residuos generados en una obra, tratando de prever de forma aproximada la cantidad de materiales sobrantes, dando lugar a establecer los siguientes valores medios:

| Fase         | Cantidad estimada                                                                                                                                 |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| estructuras  | 0,01500 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> construido (encofrado de madera)<br>0,00825 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> construido (encofrado metálico) |
| cerramientos | 0,05500 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> construido                                                                                                 |
| acabados     | 0,05000 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> construido                                                                                                 |

Tabla 2: cantidad de residuo generado por actividad

Fuente: ITeC

## 6. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

Se establecen las siguientes pautas, las cuales deben interpretarse como una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos, aportando la información dentro del Plan de Gestión de Residuos que él estime conveniente en la Obra, para alcanzar los siguientes objetivos:

- Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan son aspectos prioritarios en las obras: prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes de ejecución.
- Los residuos originados deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización: Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizarán, reciclarán o servirán para recuperar la energía almacenada en ellos.
- Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero: la recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios.
- Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión: no se puede realizar una gestión de residuos eficaz si no se conocen las mejores posibilidades para su gestión. Se trata, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos y definir un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra.
- Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización: se deben identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.
- Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos: La información sobre las



ANEJO 13. GESTIÓN DE RESIDUOS

empresas de servicios e industriales dedicadas a la gestión de residuos es una base imprescindible para planificar una gestión eficaz.

- El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios: El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), y supervisar que los residuos no se manipulan.
- La reducción del volumen de residuos reporta un ahorro en el coste de su gestión: El coste actual de vertido de los residuos no incluye el coste ambiental real de la gestión de estos residuos. Hay que tener en cuenta que cuando se originan residuos también se producen otros costes directos, como los de almacenamiento en la obra, carga y transporte; asimismo se generan otros costes indirectos, los de los nuevos materiales que ocuparán el lugar de los residuos que podrían haberse reciclado en la propia obra.
- Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella: trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente: Los residuos deben ser fácilmente identificables para los que trabajan con ellos y para todo el personal de la obra. Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y características de los residuos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la prevención de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

## 7. MEDIDAS PARA REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.

La valorización de residuos de construcción y demolición o desguaces, requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Según el anejo I de la Orden MAM/304/2002 sobre residuos, se consideran las siguientes operaciones de conformidad con la Decisión 96/35/CE relativa a los residuos. En la tabla se indica si las acciones consideradas se realizarán o no en la presente obra:

Tabla 3: uso de los residuos

| Código   | Operación                                                                                             | SI                    | NO |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|
| <b>D</b> | <b>ELIMINACIÓN</b>                                                                                    | <b>(marcar con X)</b> |    |
| D 10     | Incineración en tierra                                                                                |                       | X  |
| D 11     | Incineración en el mar                                                                                |                       | X  |
| <b>R</b> | <b>VALORIZACIÓN</b>                                                                                   |                       |    |
| R 1      | Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía                           |                       | X  |
| R 4      | Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos                                         |                       | X  |
| R 10     | Tratamiento de suelos, produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos |                       | X  |

En la tabla de debajo se indica si las acciones de reutilización se realizan o no en la presente obra:

Tabla 4: uso de los residuos

| Destino | Operación                                                                                                         | SI                    | NO |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|
|         | <b>REUTILIZACIÓN</b>                                                                                              | <b>(marcar con X)</b> |    |
| Relleno | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en el código 17 01 06 | X                     |    |
| Relleno | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los especificados en el código 17 08 01                   |                       | X  |

## 8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

Los residuos de la misma naturaleza o similares deben ser almacenados en los mismos contenedores, ya que de esta forma se aprovecha mejor el espacio y se facilita su posterior valorización.

En caso de la existencia de residuos peligrosos:

Deben separarse y guardarse en un contenedor seguro o en una zona reservada, que permanezca cerrada cuando no se utilice y debidamente protegida de la lluvia. Se ha de impedir que un eventual vertido de estos materiales llegue al suelo, ya que de otro modo causaría su contaminación. Por lo tanto, será necesaria una impermeabilización del mismo mediante la construcción de soleras de hormigón o zonas asfaltadas. Los recipientes en los que se guarden deben estar etiquetados con claridad y cerrar perfectamente, para evitar derrames o pérdidas por evaporación.

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las cantidades marcadas en la norma.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

## **9. ESPACIO PARA ALMACENAJE Y SEPARACIÓN DE RESIDUOS**

Aunque apenas haya lugar donde colocar los contenedores, el poseedor de los residuos deberá encontrar en la obra un lugar apropiado en el que almacenar los residuos. Si para ello dispone de un espacio amplio con un acceso fácil para máquinas y vehículos, conseguirá que la recogida sea más sencilla. Si, por el contrario, no se acondiciona esa zona, habrá que mover los residuos de un lado a otro hasta depositarlos en el camión que los recoja.

Además, es peligroso tener montones de residuos dispersos por toda la obra, porque fácilmente son causa de accidentes. Así pues, deberá asegurarse un adecuado almacenaje y evitar movimientos innecesarios, que entorpecen la marcha de la obra y no facilitan la gestión eficaz de los residuos.

En definitiva, hay que poner todos los medios para almacenarlos correctamente, y, además, sacarlos de la obra tan rápidamente como sea posible, porque el almacenaje en un solar abarrotado constituye un grave problema.

Es importante que los residuos se almacenen justo después de que se generen para que no se ensucien y se mezclen con otros sobrantes; de este modo facilitamos su posterior reciclaje. Asimismo, hay que prever un número suficiente de contenedores (en especial cuando la obra genera residuos constantemente) y anticiparse antes de que no haya ninguno vacío donde depositarlos.

En cualquier caso, por lo general siempre serán necesarios, como mínimo, los siguientes elementos de almacenamiento:

- Zona específica para almacenamiento de materiales reutilizables.
- Contenedor para residuos pétreos.
- Contenedor y compactador para residuos banales.
- Uno o varios contenedores para materiales contaminados.
- En el caso de obra nueva, un contenedor específico para residuos de tipo ensayado.

## 10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN

Tabla 5: Presupuesto gestión de residuos

| RESIDUO                     | VOLUMEN DE RESIDUOS (m3) | GASTOS DE GESTIÓN (€/m3) | TOTAL           |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| Madera                      | 3,3                      | 2,5                      | 8,25 €          |
| Plástico                    | 11,6                     | 12                       | 139,20 €        |
| Hierro y acero              | 4,5                      | 6                        | 27,00 €         |
| Envases de plástico         | 1,5                      | 6                        | 9,00 €          |
| Hormigón y ladrillos        | 3                        | 5,5                      | 16,50 €         |
| Cables (no especificados)   | 0,02                     | 2                        | 0,04 €          |
| Residuos mezclados          | 4,8                      | 4,5                      | 21,60 €         |
| Basuras                     | 4                        | 2,5                      | 10,00 €         |
| Pétreos                     | 8                        | 5                        | 40,00 €         |
| Gastos de gestión           | -                        | -                        | 200,00 €        |
| Gastos indirectos           | -                        | -                        | 150,00 €        |
| <b>TOTAL GASTOS GESTIÓN</b> |                          |                          | <b>621,59 €</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que podemos concluir que con las ganancias de vender la ceniza a los agricultores cubrimos de sobra el presupuesto necesario para la gestión de residuos de las obras.

## 11. GESTIÓN DE LAS CENIZAS PRODUCIDAS EN LA CALDERA

Para la generación del calor necesario para calentar el agua que circulará por nuestra red de calor, es necesario combustionar astillas de madera. Estas astillas generarán un residuo, la ceniza. A continuación, se describe cuantos kilogramos de cenizas se producirán en la combustión, los tipos de cenizas existentes y el destino de los residuos generados en la caldera.

### 11.1 TIPOS DE CENIZAS

Tras el proceso de combustión de las astillas se generan 2 tipos de cenizas de composición diferente:

- Las cenizas de fondo (CF): formadas por material total o parcialmente quemado. Estas cenizas comprenden la fracción gruesa de la ceniza producida en la parrilla, en la cama inferior y en la cámara de combustión primaria. Se suelen mezclar con impurezas minerales contenidas en la biomasa, como pueden ser arenas, piedras y barro o materiales de cama. Estas impurezas pueden dar lugar a la formación de escoria y a la presencia de partículas de cenizas sintetizadas en la ceniza del fondo.
- Las cenizas volantes (CV): partículas arrastradas por la corriente de gases al exterior de la cámara de combustión. Es la fracción más fina de las cenizas, que se recogen y precipitan en filtros. En plantas de combustión de biomasa a pequeña escala esta fracción de cenizas se emite con los gases de combustión.

### 11.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CENIZAS

Según estudios realizados por el CEDEX, tras un proceso de combustión de la biomasa se genera una cantidad variable de cenizas de diferentes naturalezas, en función de la materia prima de procedencia.

Estos estudios se han llevado a cabo con el fin de analizar las características fisiomecánicas de las cenizas derivadas de los procesos de combustión. Sobre todo, se han estudiado con el fin de encontrar un uso para este subproducto, como puede ser su empleo para la fabricación de hormigón, gracias a sus propiedades puzolánicas.

En los estudios se ha llegado a la conclusión de que se trata de mezclas heterogéneas de partículas de tamaños variables y formas angulosas. Algunas de estas cenizas con estructuras celulares, las inquemadas o las que resultan parcialmente no combustionadas.

Hay 3 aspectos fundamentales que afectan a las características de las cenizas de biomasa:

- Las características de la biomasa de origen (madera, corteza o herbácea).
- La tecnología de combustión (lecho fluido, lecho fluidizado, etc.).
- El lugar de recogida de las cenizas (cenizas de fondo o volantes).

### 11.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS CENIZAS

Las cenizas de fondo (CF) están formadas por partículas altamente porosas y de textura rugosa. El tamaño de sus partículas es variable en función del tipo de horno y suele variar entre 0 – 3 cm.

Mientras que las cenizas volantes (CV) son materiales mucho más finos, con la mayoría de partículas con un tamaño inferior a 75 µm (en torno al 70%). Las partículas de mayor tamaño (>1 mm) proceden de material no combustionado totalmente.

La tabla a continuación muestra las principales características físicas de las cenizas:

|                                            | Absorción (%) | Densidad real kg/m <sup>3</sup> | Coefficiente de friabilidad (%) |
|--------------------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Cenizas de hogar [12] [37][23][34][35][36] | 10-46%        | 1.420-2.700                     | 28-34                           |
| Cenizas volantes [10]                      | -             | 2.100-2.600                     | -                               |

Tabla 6: Características físicas de las cenizas procedentes de la combustión de la biomasa

Fuente: cedexmateriales.es

### 1.2.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LAS CENIZAS

Existen grandes diferencias en la composición química en función de los tipos de cenizas, las cenizas procedentes de maderas tienen carácter básico (alto contenido en cal), mientras que las procedentes de cereales tienen carácter ácido (elevado contenido en sílice).

Por regla general la temperatura que alcanza el material en la parrilla no es muy elevado, por lo que la ceniza contiene una cantidad importante de material orgánico inquemado, lo que implica una elevada pérdida por calcinación.

Tabla 7: propiedades químicas 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 |
|-------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------|-------|-----------------------|
| 43,20%                  | 6,90%            | 1,90%                          | 0,40%                          | 3,60%                         | 36,50% | 4,30% | 4,60%                 |

Fuente: cedexmateriales.es

## 11.3 TRATAMIENTO DE LAS CENIZAS

Las cenizas procedentes de la combustión son sometidas sobre todo a dos tipos de procesos:

- Lavado: con el objetivo de disminuir el contenido en sales solubles, consiguiendo reducir con este proceso hasta un 60% el contenido en cloruros.
- Triturado: con la ayuda de un tamiz, con el fin de conseguir un tamaño de partícula en especial.



Figura 1: cenizas procedentes de la biomasa y hormigón fabricado con cenizas.

Fuente: ingenieros.es

## 11.4 CANTIDAD DE CENIZAS PRODUCIDAS POR LA CALDERA

Gracias a los cálculos realizados en el “anejo X: Ingeniería del Proceso” sabemos que la caldera consume 0,548 toneladas de astilla diarias durante el funcionamiento de la red de calor. Estas astillas producen una cantidad de cenizas de un 4,6% de su propio peso. Por lo que con estos datos vamos a calcular la cantidad de ceniza que tendremos:

$$4,6\% * 548 \text{ Kg} = 25,116 \text{ Kg de ceniza/día}$$

Lo multiplicamos por 303 (365 días – julio (31 d) y agosto (31 d)) para obtener un dato aproximado de las cenizas totales:



$$25,116 * 303 = 7610,15 \text{ kg} = 7,61 \text{ Toneladas}$$

Es un cálculo de forma aproximada ya que la caldera no funciona todo el año para la red de calor.

En los meses de verano la central es destinada únicamente al secado de la biomasa por lo que sabiendo que en este periodo se queman 13,15 toneladas al día:

$$13150 \text{ kg} * 4,6\% = 604,9 \text{ kg de ceniza/día}$$

Lo multiplicamos por 62 días (julio y agosto) para obtener las cenizas generadas durante este periodo:

$$604,9 * 62 = 37503,8 \text{ kg} = 37,5 \text{ T ceniza}$$

Lo que sumando ambos cálculos nos dan unas cenizas anuales de **45,11 Toneladas**.

## 11.5 APLICACIONES DE LAS CENIZAS

La astilla de madera no tiene muchos usos debido a su composición, como hemos dicho anteriormente las cenizas de biomasa se están usando en pruebas para la fabricación de hormigón.

Desde hace tiempo las cenizas, gracias a sus propiedades, se usan como fertilizantes para el campo.

### 11.5.1 LAS CENIZAS COMO FERTILIZANTES

La utilización de cenizas procedentes de la combustión de biomasa es una práctica comúnmente utilizada en la agricultura.

Desde el siglo XX en España, se conocen procesos del empleo de cenizas como fertilizante. En las primeras repoblaciones de eucalipto realizadas en el norte Peninsular, se empleaban la técnica del sorrapeo. Esta técnica consiste en la reunión de matorral y tepes en los llamados hormigueros donde se sometía a una lenta combustión. Posteriormente, se preparan los hoyos, removiendo la tierra y eliminando la vegetación competidora. La ceniza resultante de la combustión se deposita sobre el hoyo, donde finalmente se procedía a la siembra de varias semillas.

Hace ya años se empezaron a estudiar los efectos de las cenizas de biomasa aplicándolas como fertilizantes y enmiendas de sistemas forestales. Diversos estudios muestran que las cenizas de biomasa presentan importantes contenidos en K, Ca, Mg y P. Por ello una importante vía de reutilización sería la aplicación de las mismas en plantaciones forestales, en este sentido, en estos trabajos muestran como este uso deriva, en mayor o menor medida, en una mejora en las propiedades químicas del suelo.

El objetivo de la fertilización con cenizas es compensar el desequilibrio nutricional provocado por un aprovechamiento intensivo, moderando la acidez de los suelos e incrementando el crecimiento de los árboles, ya que las cenizas de biomasa contienen, con excepción del N, todos los demás elementos necesarios para el crecimiento de la vegetación. Además, por las características físicas de las cenizas, éstas no permiten el fácil lixiviado de los macronutrientes, pudiendo ser considerada por tales características como un fertilizante ecológico.



Figura 2: cenizas como abono.

Fuente: portalfrutícula.com

Pero estas cenizas deben acondicionarse para su aplicación, ya que tanto las cenizas volantes como las de fondo, presentan por sus características físicas, una serie de desventajas que dificultan su aplicación. Entre las que podemos destacar:

- Riesgos en la salud de los operadores debido a las partículas finas aerotransportadas, lo que conlleva una potencial silicosis.
- Dificultad de esparcido uniforme, lo que hace que se reduzcan los rendimientos de aplicación.
- Posibles daños sobre el sotobosque debido a los impactos de partículas gruesas.

Lo que hace necesario un pretratamiento de las cenizas con el objetivo de su estabilización, homogenización y reducción al máximo de la proporción de fracciones finas.

### 11.5.2 LAS CENIZAS COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Algunos estudios han evaluado la utilización de cenizas de fondo para la fabricación de morteros, en general como sustituto de pequeñas cantidades de cemento. En torno a un 5-10 %, después de un proceso de trituración hasta lograr el tamaño de grano deseado.

Según distintos estudios limitando al 5% el contenido de cenizas trituradas hasta un máximo de 0,3 mm, se consiguen mantener las propiedades físicas y mecánicas de los morteros. Resaltando que a edades avanzadas se han obtenido descensos importantes en las propiedades de los morteros, debido al desarrollo de la reacción álcali-silíce debido a un elevado contenido de potasio en las cenizas.

Tabla 8: características de morteros con distintos % de cenizas

| Material (mortero) | Absorción 28 d (%) | R. Compresión 28 d (MPa) | Expansión 28 d (%) | Absorción 180 d (%) | R. Compresión 180 d (MPa) |
|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| Control            | 1,5                | 78                       | 0,010              | 1,1                 | 83                        |
| % cenizas de fondo | 5                  | 1,2                      | 82                 | 7,1                 | 56                        |
|                    | 10                 | 1,9                      | 74                 | 7,4                 | 49                        |
|                    | 20                 | 5,3                      | 66                 | 10,1                | 38                        |
|                    | 30                 | 6,9                      | 57                 | 10,3                | 37                        |

Fuente: cedexmateriales.es

Además, también se ha llevado a estudio la influencia del tamaño de la partícula de la ceniza, concluyendo que es viable utilizar un 20% de cenizas, si previamente han sido tratadas para obtener un tamaño máximo de 0,15 mm.

Se recomienda también realizar un tratamiento previo de lavado debido al elevado contenido en cloruros, MgO y K.

Otros estudios han evaluado la posibilidad de producir hormigones con cenizas de fondo de biomasa como sustitución de los áridos naturales. Sustituyendo un 20% de arena por cenizas de fondo no se producen disminuciones importantes en las propiedades mecánicas del hormigón.

Los valores en sulfatos solubles que presentan las cenizas suelen ser inferiores al límite establecido por la Instrucción EHE-08 para los áridos utilizados en hormigón. Pero por otro lado el contenido en cloruros solubles oscila entre valores superiores al establecido para el hormigón armado, por lo que es un aspecto fundamental a controlar.

Algunas investigaciones han evaluado la adición de cenizas de fondo a las muestras de calcio-silicato para su uso como material de construcción con propiedades de aislamiento térmico.

Para la fabricación de estas piezas se han empleado mezclas de cenizas de fondo con diferentes fuentes de cal y cemento Portland. Esta cantidad de ceniza añadida varía entre el 10 y el 90 % del peso del saco de las mezclas.

Presentando un mejor comportamiento las mezclas con un porcentaje inferior al 50% de cenizas de fondo con óxido de calcio e hidróxido de calcio.



Figura 3: uso en construcción de la ceniza  
Fuente: constructivo.com

### 11.5.3 LAS CENIZAS PARA DESCONTAMINAR SUELOS MINEROS

En un estudio llevado a cabo por investigadores de la Universidad de Huelva y de la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía se ha estudiado la reutilización de las cenizas volantes derivadas de la combustión para recuperar suelos contaminados por actividades mineras.

Buscando las posibilidades de utilizar dichas cenizas como agente adsorbente de metales pesados.

## **11.6 PLAN DE GESTIÓN DE LAS CENIZAS**

La caldera de biomasa dispondrá de un depósito de cenizas donde deberán caer los kg de cenizas diarios procedentes de la combustión de la biomasa.

ANEJO 13. GESTIÓN DE RESIDUOS

Dispondremos de un depósito de 1 m<sup>3</sup> de capacidad. Sabiendo que las cenizas tienen una densidad de 850 kg/m<sup>3</sup>, disponemos de un depósito de 850 kg de capacidad, espacio más que de sobra para albergar toda la ceniza producida en un día.

Los operarios tendrán que vaciar el depósito cada día en verano, y cada mes durante el funcionamiento de la red de calor, y esta ceniza será llevada al contenedor de cenizas situado en el patio exterior de la planta. Será un contenedor de camión de 20 m<sup>3</sup>, que medirá 5 metros de largo x 2,5 m de ancho x 1,9 m de alto. Lo que multiplicado por la densidad de la astilla nos da una capacidad de:

$$20 \text{ m}^3 * 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 17000 \text{ kg}$$

Sabiendo que la caldera produce a diario como máximo 604,9 kg de cenizas podemos saber cada cuanto tiempo se llenará el contenedor:

$$\frac{17000 \text{ kg}}{604,9 \text{ kg}} = 28,1 \text{ días}$$

Por lo que para que no se llene del todo, un camión pasará a recogerlos cada 20 días.

Esta ceniza se comercializará a agricultores para su uso como abono, debido a su contenido en nutrientes beneficiosos para los cultivos.

Se venderá a 0,04 €/kg, por lo que si la caldera produce 25,116 kg de ceniza al día durante el funcionamiento de la red de calor, y 604,9 kg al día durante el funcionamiento exclusivo del secadero, obtendremos al año un beneficio de:

$$\left( 604,9 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 62 \text{ día} + 25,116 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 303 \text{ día} \right) * 0,04 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = \mathbf{1804,56 \text{ €}}$$

Obtendremos unos beneficios anuales por la venta de la ceniza de 1804,56 €.

## **11.7 CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES**

La Ley 22/2021 de residuos y suelos contaminados, 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).

Los cuales están considerados como residuos no peligrosos en el capítulo 10, correspondiente a los “Residuos de procesos térmicos” y subcapítulo 10 01 “Residuos de centrales eléctricas y otras plantas de combustión”.



## ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJETO DEL ESTUDIO .....                                      | 3  |
| 2. LEGISLACIÓN APLICALES.....                                    | 4  |
| 3. CARACTERÍSTICA DE LA OBRA Y DATS.....                         | 9  |
| 3.1. AGENTES.....                                                | 9  |
| 3.2. EMPLAZAMIENTO .....                                         | 9  |
| 3.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....                   | 9  |
| 4. ANÁLISIS GENERAL DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS.....        | 13 |
| 4.1. FACTORES DE RIESGO GENERALES EN LOS LUGARES DE TRABAJO .    | 13 |
| 4.2. MEDIDAS CORRECTORAS DE LOS FACTORES DE RIESGO .....         | 14 |
| 4.3. RIESGOS MÁS HABITUALES EN LA OBRA.....                      | 15 |
| 5. DISTINTOS RIESGO .....                                        | 17 |
| 5.1. DURANTE LOS TRABAJO PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA ..... | 17 |
| 5.2. DURANTE LA FASE DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....                | 18 |
| 5.3. DURANTE EL USO DE MEDIOS AUXILIARES .....                   | 20 |
| 5.4. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.....    | 22 |
| 6. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVIATABLES.....       | 29 |
| 6.1. CAÍDA A NIVEL .....                                         | 29 |
| 6.2. POLVO Y PARTÍCULAS.....                                     | 29 |
| 6.3. RUIDO .....                                                 | 29 |
| 6.4. ESFUERZOS .....                                             | 30 |
| 6.5. INCENDIOS.....                                              | 30 |
| 7. RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE.....               | 31 |
| 7.1. CAIDA DE OBJETOS .....                                      | 31 |
| 7.2. DERRMATITIS.....                                            | 31 |
| 7.3. ELECTROCUCIONES .....                                       | 31 |
| 7.4. GOLPES, CORTES Y QUEMADURAS.....                            | 31 |



|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 8. TRABAJOS QUE IMPLICA RIESGOS ESPECIALES .....                | 32 |
| 9. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA .....                          | 32 |
| 10. PRESENCIA DE LOS ELEMENTOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA..... | 32 |

# 1. OBJETO DEL ESTUDIO

En cumplimiento con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y por encargo del promotor, se redacta el presente Estudio de Seguridad y Salud.

Este estudio afecta al proyecto de ejecución de una Red de Calor por Biomasa para los Edificios Públicos del Municipio de Duruelo de la Sierra (Soria), y en su redacción se pretende: describir los procedimientos, los equipos técnicos y los medios auxiliares que se prevé utilizar en la obra; identificar los riesgos laborales evitables e inevitables, estableciendo las medidas técnicas y las medidas preventivas y de protección destinadas a controlar y reducir estos riesgos; y describir los servicios sanitarios y comunes.

Los objetivos que pretende cubrir el presente documento son:

- La organización del trabajo de tal forma que los riesgos sean mínimos.
- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- Determinar las instalaciones para la higiene y salud de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proponer a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.

## 2. LEGISLACIÓN APLICABLE

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. 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:

ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 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.

- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. 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. 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:

ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 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.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- 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.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- R.D. 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.
  
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
  
- Orden de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
  
- R.D. 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes.
  
- R.D. 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica 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. (Fecha de actualización 20 de octubre de 2000).
  
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
  
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
  
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
  
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
  
- Corrección de erratas del R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D.

1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

## 3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA Y DATOS

### 3.1 Agentes

- Autor del proyecto: el autor del proyecto es el estudiante de Ingeniería Agraria y Energética. D. Alejandro Martín Francisco.
- Autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud: el autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud es el estudiante de Ingeniería Agraria y Energética. D. Alejandro Martín Francisco.
- Promotor de la obra: el promotor de la obra es el Ayuntamiento de Duruelo de la Sierra (Soria).
- Constructor o jefe de obra.
- Coordinador de Seguridad y Salud.

### 3.2 Emplazamiento

Todas las instalaciones pertenecen al término municipal de Duruelo de la Sierra (Soria).

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) para evitar posibles accidentes de tráfico debido al cruce de camiones en la carretera nacional que discurre por el municipio. Para ello se emplearán medidas de señalización de obras, establecidas por la DGT (Dirección General de Tráfico).

### 3.3 Características generales de la obra

Se proyecta la construcción de una nave de nueva construcción que albergará la instalación de las calderas de biomasa para dar servicio de calefacción y agua caliente a varios edificios con su correspondiente circuito de tuberías a cada uno de ellos.

El terreno disponible donde va a ir ubicada la central de producción de energía, tiene una superficie total delimitada por vallado de 9036 m<sup>2</sup>, facilitando el acceso de los vehículos de grandes dimensiones.

Los trabajos proyectados por el Ayuntamiento de Duruelo de la Sierra incluyen las actuaciones siguientes:

- Adecuación del terreno para albergar la central de producción.
- Edificación nueva central de producción de energía.
- Montaje de calderas, equipos auxiliares e instalaciones de distribución.
- Acabado e instalaciones.



### 3.3.1 MAQUINARIA

A continuación, se señala la maquinaria que en la fase de obra se prevé emplear, pudiendo el contratista en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud que elabore, optar por la utilización de otra maquinaria distinta, siempre previa justificación de esa decisión y no admitiéndose en ningún caso que la misma represente un menor nivel de protección. La maquinaria es la siguiente:

- Camión grúa, camión basculante y camión de transporte.
- Dúmper.
- Elevadora.
- Sierra.
- Compresor.
- Cortador de material cerámico.
- Equipo de soldadura.
- Grupo electrógeno.
- Herramientas eléctricas.
- Herramientas manuales.
- Radiales.
- Retroexcavadora y pala cargadora.
- Motosierra y desbrozadora.
- Etc.

### 3.3.2 MEDIOS AUXILIARES

A continuación, se señalan los medios auxiliares que en la fase de proyecto se prevé emplear, pudiendo el contratista en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud que elabore, optar por la utilización de otra maquinaria distinta, siempre previa justificación de esa decisión y no admitiéndose en ningún caso que la misma represente un menor nivel de protección. Los medios son los siguientes:

- Andamios.
- Escaleras.
- Plataformas.
- Equipos de encofrado.
- Etc.

### 3.3.3 INSTALACIONES PROVISIONALES

La obra objeto de este Estudio de Seguridad y Salud contará con las siguientes instalaciones provisionales de obra:

- **Instalación eléctrica:** Las envolventes, paramenta, tomas de corriente y elementos de protección que estén expuestos a la intemperie contarán con un grado de protección mínima IP45 y un grado de protección contra impactos mecánicos de IK 0,8. Así mismo, las tomas de corriente estarán protegidos con diferenciales de 30 mA o inferior. Los cuadros de distribución integrarán

ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

dispositivos de protección contra sobreintensidades, contra contactos indirectos y bases de toma de corriente. Se realizará toma de tierra para la instalación.

- **Instalación contra incendios:** Se dispondrán de extintores en los puntos de especial riesgo de incendio de manera que al menos quede ubicado un extintor de CO<sub>2</sub> junto al cuadro eléctrico y extintores de polvo químico próximos a las salidas de los locales que almacenen materiales combustibles. Estos extintores serán revisados periódicamente. En los locales de trabajo en que existan productos inflamables quedará prohibido fumar.
- **Saneamiento:** Con el fin de garantizar el correcto saneamiento de las instalaciones provisionales de obra se realizará una acometida a la red municipal de saneamiento de aguas residuales.
- **Vallado y señalización:** Resulta especialmente importante restringir el acceso a la obra de personal no autorizado, de manera que todo el recinto de la obra, en cuyo entorno se crean los riesgos derivados de la misma, quede inaccesible para personas ajenas a la obra. Del mismo modo es necesaria la instalación de un mínimo de elementos de señalización que garanticen la presencia de informaciones básicas relativas a la Seguridad y Salud en diversos puntos de la obra.
- **Organización de acopios:** Al comienzo de obra se establecerán los espacios dispuestos para el acopio de materiales y residuos quedando debidamente señalizados. Los residuos se almacenarán según lo dispuesto en el Estudio de Gestión de Residuos de la obra. Se extremarán las precauciones para no obstruir las zonas de paso de personas y vehículos. La carga y descarga de materiales se realizará, en la medida de lo posible, utilizando medios mecánicos para los que se atenderán las medidas de seguridad establecidas para los diferentes equipos en este mismo documento. En cualquier caso, se vigilará que no se supere la capacidad portante de la máquina y que el personal no transite bajo cargas suspendidas. El apilado en altura se realizará garantizando la estabilidad del acopio, siempre sobre zonas planas y cuidando que el apoyo entre alturas es correcto.

#### 3.3.3.1 Asistencia sanitaria

En lugar visible de la obra se dispondrá el cartel con los teléfonos de urgencias. Siendo los centros de asistencia más cercanos los siguientes:

- Centro de Salud de Covalada: tiempo de llegada estimado de 5 minutos.
- Hospital Santa Barbara de Soria: tiempo de llegada estimado de 40 minutos.
- Ambulancias: teléfono 061.
- Policía Nacional: 091.

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se realizará exclusivamente en ambulancia y será llevado a cabo por personal especializado. Tan sólo heridos leves podrán trasladarse por otros medios siempre que así lo disponga el responsable de emergencias de la obra. Existirá en la obra un botiquín para primeros auxilios conteniendo el material especificado en el anexo VI del R.D. 486/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Deberá contener desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material se irá revisando periódicamente y se repondrá el que esté caducado.

### 3.3.3.2 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

Por norma general suelen ser casetas prefabricadas alquiladas:

- 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.

## **4. ANALISIS GENERAL DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS**

Los riesgos detectables expresados globalmente son los siguientes:

- Los propios del trabajo por uno o varios trabajadores.
- Los derivados de los factores formales y de ubicación del trabajo.
- Los que tienen su origen en los medios materiales empleados para ejecutar las diferentes unidades de obra.

Las especificaciones de riesgos, medidas de protección y las conductas o normas, se reiteran en muchas de las fases de obra. Esto se debe a que esta información deberá llegar a los trabajadores de forma fraccionada por especialidades, para su información-formación, acusando recibo del documento que se les entrega. Las protecciones colectivas y personales que se definen, así como las conductas que se señalan tienen carácter de obligatorias.

### **4.1 Factores de riesgo generales en los lugares de trabajo**

#### **4.1.1 RIESGOS DERIVADOS DEL TRANSPORTE**

- Accidentes en desplazamientos por carretera.
- Accidentes en desplazamientos por pistas forestales.
- Accidentes en desplazamientos a pie.

#### **4.1.2 RIESGOS DERIVADOS DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS**

- Exposición a temperaturas elevadas.
- Exposición a temperaturas bajas.
- Exposición a nieves, lluvias y tormentas.

#### **4.1.3 RIESGOS DERIVADOS DE LOS FACTORES OROGRÁFICOS**

- Trabajos en pendiente.

#### **4.1.4 RIESGOS DERIVADOS DE LOS FACTORES BIOLÓGICOS**

- Mordeduras de reptiles.
- Picaduras de arañas, avispas y abejas.
- Heridas diversas.

## **4.2 Medidas correctoras de los factores de riesgo generales**

### **4.2.1 MEDIDAS CORRECTORAS DE FACTORES DE TRANSPORTE**

- Observar en todo momento las normas de circulación.
- Reducir al mínimo posible las distancias de desplazamiento.
- Comprobar todo el itinerario y optimizarlo.
- No consumir bebidas alcohólicas.
- Disminuir la velocidad en las pistas forestales.
- Llevar a cabo un mantenimiento preventivo del vehículo especialmente de motor y neumáticos.
- Utilizar los cinturones de seguridad.
- Disponer de calzado y material adecuado al entorno de trabajo.
- Establecer vías de evacuación efectivas.

### **4.2.2 MEDIDAS CORRECTORAS DE LOS FACTORES CLIMATOÓLOGICOS**

- Exposición a elevadas temperaturas:

- Beber líquidos no alcohólicos con frecuencia.
- Sazonar las comidas con algo más de sal.
- Mantener la piel lo más limpia posible para que transpire bien.
- Cubrirse la cabeza con un casco ligero, gorra o sombrero.
- Realizar descansos cada 2 horas tomando algún alimento y bebiendo agua.

- Exposiciones a bajas temperaturas:

- Las partes más sensibles al frío son la cabeza y los pies por lo que estas partes del cuerpo estarán lo más abrigadas posible.
- Utilizar un calzado adecuado al trabajo forestal con dos pares de calcetines (algodón + lana).
- Utilizar gorros o pasamontañas.
- En caso de algún síntoma de congelación, abrigar al accidentado y suministrarle bebidas calientes azucaradas no alcohólicas.

- Exposición a nieves, lluvias y tormentas:

- Tener preparado algún cobijo en época de lluvias.
- En caso de tormenta eléctrica no circular con los vehículos.
- No situarse, en caso de tormenta eléctrica, cerca de tendidos eléctricos.
- Buscar masas densas de arbolado.

### **4.2.3 MEDIDAS CORRECTORAS DE LOS FACTORES OROGRÁFICOS**

- Es el principal factor de accidente de los trabajos forestales y por eso se detalla más ampliamente en puntos posteriores.
- Prestar especial atención al calzado de seguridad y al equipo de protección individual, que siempre serán los más adecuados al medio.
- Mantener la distancia de seguridad entre cuadrillas y operaciones, para evitar golpes y atrapamientos.

#### **4.2.4 MEDIDAS CORRECTORAS DE LOS FACTORES BIOLÓGICOS**

- Mordeduras de reptiles:

- Es importante distinguir que tipo de víbora o culebra venenosa ha mordido.
- En la medida de lo posible se capturará al animal para identificarlos mejor.
- Primeros auxilios: se desinfectará la herida con antisépticos y se trasladará inmediatamente al herido en reposo al centro hospitalario más cercano. El herido no debe caminar para no acelerar la circulación del veneno.

- Picaduras de araña:

- Primeros auxilios: se aplicarán antihistamínicos y analgésicos locales.

- Garrapatas:

- Las garrapatas se fijan en la piel del huésped, produciendo una pápula pruriginosa y lesiones que aparecen días después.
- Primeros auxilios: antes de extirparla hay que matarla. Para extraerla se utilizan disolventes como la gasolina, el éter, el barniz o el gasoil.

- Picaduras de avispas y abejas:

- La picadura de un individuo no debe ser peligrosa si no se padecen alergias.
- Primeros auxilios: Se extraerá con ayuda de unas pinzas desinfectadas el aguijón y se aplicará antiinflamatorio local. Si las picaduras son múltiples puede haber complicaciones por lo que se evacuará al herido lo antes posible al hospital.

### **4.3 Riesgos más habituales en la obra**

Los riesgos pueden ser cuantiosos y de diverso origen. A continuación, se exponen 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.

#### **4.3.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LOS RIESGOS MÁS HABITUALES**

- 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.

ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 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.

Junto con una serie de equipos de protección individual (EPI):

- 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.

## 5. DISTINTOS RIESGOS

Los cuales se van a dividir en función de las distintas partes en las que se va a llevar a cabo la obra.

### 5.1 DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

#### 5.1.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

- Los riesgos más frecuentes en esta etapa son:

- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto.
- Cortes y heridas con materiales punzantes.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Incendios.

- Y las medidas preventivas y protecciones colectivas para estos riesgos son:

- 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.
- 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.
- Herramientas aislantes.



## **5.2 DURANTE LAS FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

### **5.2.1 CIMENTACIÓN**

Los riesgos más frecuentes durante esta etapa son:

- Inundaciones y filtraciones de agua.
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos.

Utilizando para ello las siguientes medidas preventivas y EPI:

- 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.
- 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.

### **5.2.2 ESTRUCTURA**

Los riesgos más frecuentes durante esta etapa son:

- 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.

Utilizando para ello las siguientes medidas preventivas y EPI:

- 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.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón.
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras.
- Botas de seguridad

### **5.2.3 CERRAMIENTOS EXTERIORES**

Los riesgos más frecuentes durante esta etapa son:

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

Utilizando para ello las siguientes medidas preventivas y EPI:

- Protección frente a la caída de objetos.
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento.
- Uso de mascarillas con filtro mecánico, para evitar intoxicaciones.

#### 5.2.4 CUBIERTAS

Los riesgos más frecuentes durante esta etapa son:

- Caída de elementos desde los bordes de la cubierta.

Medidas preventivas y EPI:

- 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.
- Calzado con suela antideslizante.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

#### 5.2.5 PARTICIONES

Los riesgos más frecuentes durante esta etapa son:

- 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.

Utilizando para ello las siguientes medidas preventivas y EPI:

- Evitar o reducir al máximo los trabajos en altura.
- Utilizar escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados deberán protegerse gracias a la colocación de barandillas o redes homologadas.
- Casco de seguridad homologado y guantes de cuero.
- Calzado con puntera reforzada.
- Gafas de seguridad antiimpacto.

### 5.2.6 INSTALACIONES GENERALES

Los riesgos más frecuentes durante esta etapa son:

- Electrocuci3nes por contacto directo o indirecto.
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas.
- Intoxicaci3n por vapores procedentes de la soldadura.
- Incendios y/o explosiones.

Utilizando para ello las siguientes medidas preventivas y EPI:

- 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 conexi3n normalizada, alimentadas a 24 voltios.
- Guantes aislantes de tensi3n.
- Calzado con suela aislante.
- Herramientas aislantes.

## **5.3 DURANTE EL USO DE MEDIOS AUXILIARES**

La prevenci3n de los riesgos derivados de la utilizaci3n de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a la legislaci3n 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.

A continuaci3n, se procede a describir la relaci3n de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas.

### 5.3.1 PUNTALES

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposici3n una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado.
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posici3n inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse.
- Los puntales telesc3picos se transportarán con los mecanismos de extensi3n bloqueados.

### 5.3.2 TORRE DE HORMIGONADO

ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 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.
- 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.

### 5.3.3 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 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.

### 5.3.4 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.

### 5.3.5 PLATAFORMA DE DESCARGA Y PLATAFORMA SUSPENDIDA

Plataforma de descarga:

- Se utilizarán plataformas homologadas, no admitiéndose su construcción "in situ". Sometidas a inspecciones cada 6 meses.
- 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.

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 tabloneros 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.

## **5.4 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, están redactadas en base de los criterios que se describen a continuación:

- 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.

- 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.

#### 5.4.1 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. Realizando el transporte de la tierra siempre con la cuchara en la posición más baja posible.

#### 5.4.2 RETROEXCAVADORA

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor y se conectará el freno de estacionamiento.
- 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.

#### 5.4.3 CAMIONES

Camión de caja basculante:

- 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.

camión para transporte:

- 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.

#### 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, porque puede provocar la pérdida de estabilidad de la carga.

#### 5.4.4 GRUA TORRE

- El operador de la grúa estará en posesión de un carnet vigente, expedido por el órgano competente. Será la única persona con acceso a la botonera.
- Antes de comenzar los trabajos, la grúa deberá pasar unas revisiones pertinentes que justifiquen que todos los componentes de la máquina están 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.
- 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.

#### 5.4.5 MONTACARGAS

- El montacargas será examinado y probado antes de su puesta en servicio.
- 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.

#### 5.4.6 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.

#### 5.4.7 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.



#### 5.4.8 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.

#### 5.4.9 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 hará según lo especificado en el manual del fabricante.

#### 5.4.10 SIERRAS Y CORTADORAS

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 adecuada.

#### 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.
- 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.
- 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.

#### 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.

#### 5.4.11 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.
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.

#### 5.4.12 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.
- 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.

## **6. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES**

Durante toda la duración de la obra pueden aparecer diversos problemas de diferente 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 nuestra central de biomasa.

### **6.1 CAIDAS A NIVEL**

#### 6.1.1 CAIDAS 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.

#### 6.1.2 CAIDAS 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.

### **6.2 POLVO Y PARTICULAS**

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.

### **6.3 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.

## **6.4 ESFUERZOS**

Se intentará en la medida de lo posible evitar:

- 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.

## **6.5 INCENDIOS**

No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

## **7. 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.

### **7.1 CAIDA DE OBJETOS**

Medidas preventivas y equipos de protección individual (EPI):

- 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.
- Casco, guantes y botas de seguridad.

### **7.2 DERMATITIS**

Medidas preventivas y equipos de protección individual (EPI):

- Evitar la generación de polvo de cemento.
- Guantes y ropa de trabajo.

### **7.3 ELECTROCUCIONES**

Medidas preventivas y equipos de protección individual (EPI):

- 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
- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante.

### **7.4 GOLPES, CORTES Y QUEMADURAS**

Medidas preventivas y equipos de protección individual (EPI):

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Guantes, polainas y mandiles de cuero.
- Botas de seguridad.

## **8. 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.

## **9. 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.

## **10. PRESENCIA DE LOS ELEMENTOS 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.

ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

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.

Soria, 22 de junio de 2023

Fdo. Alejandro Martín Francisco

Alumno





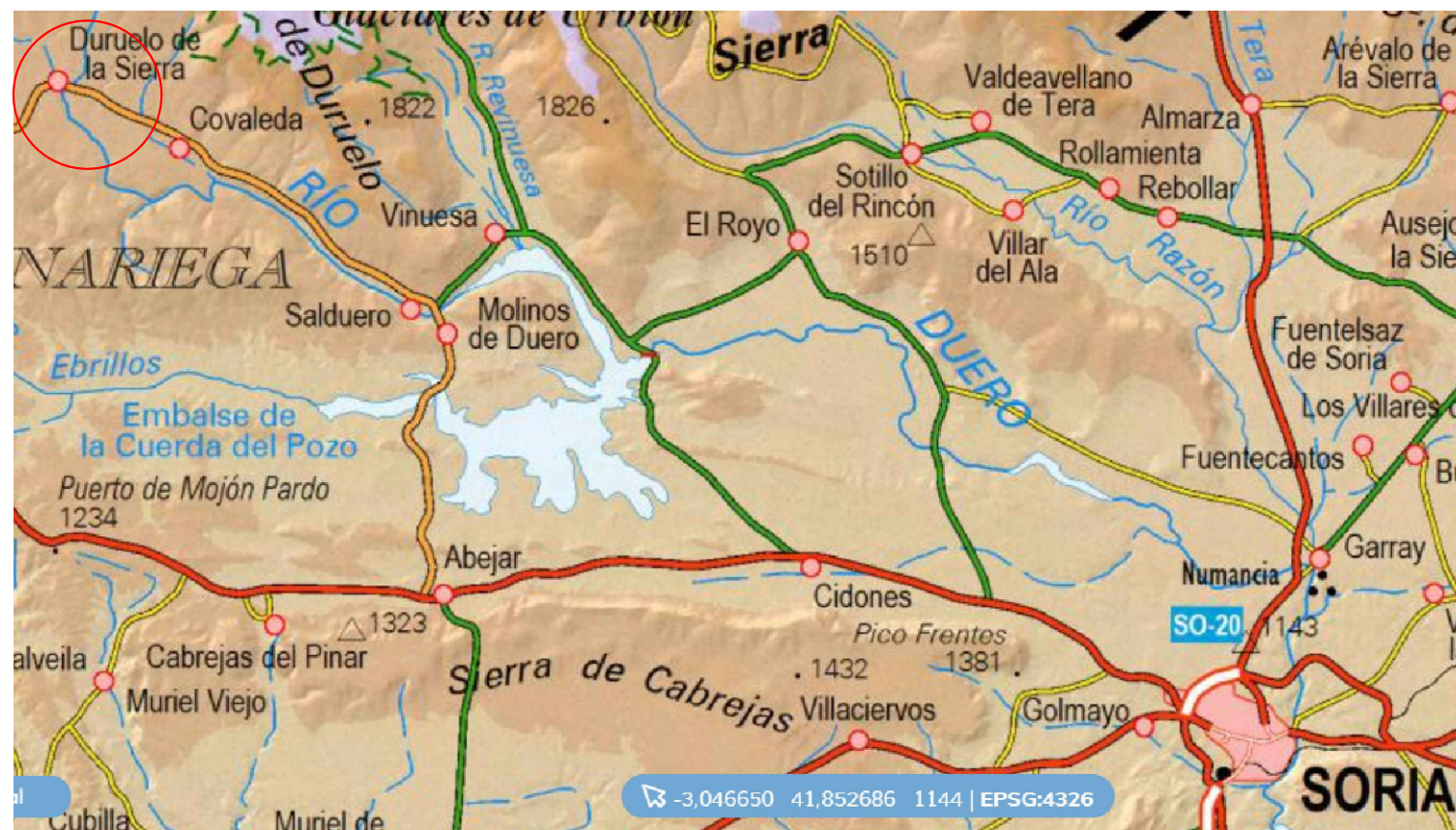
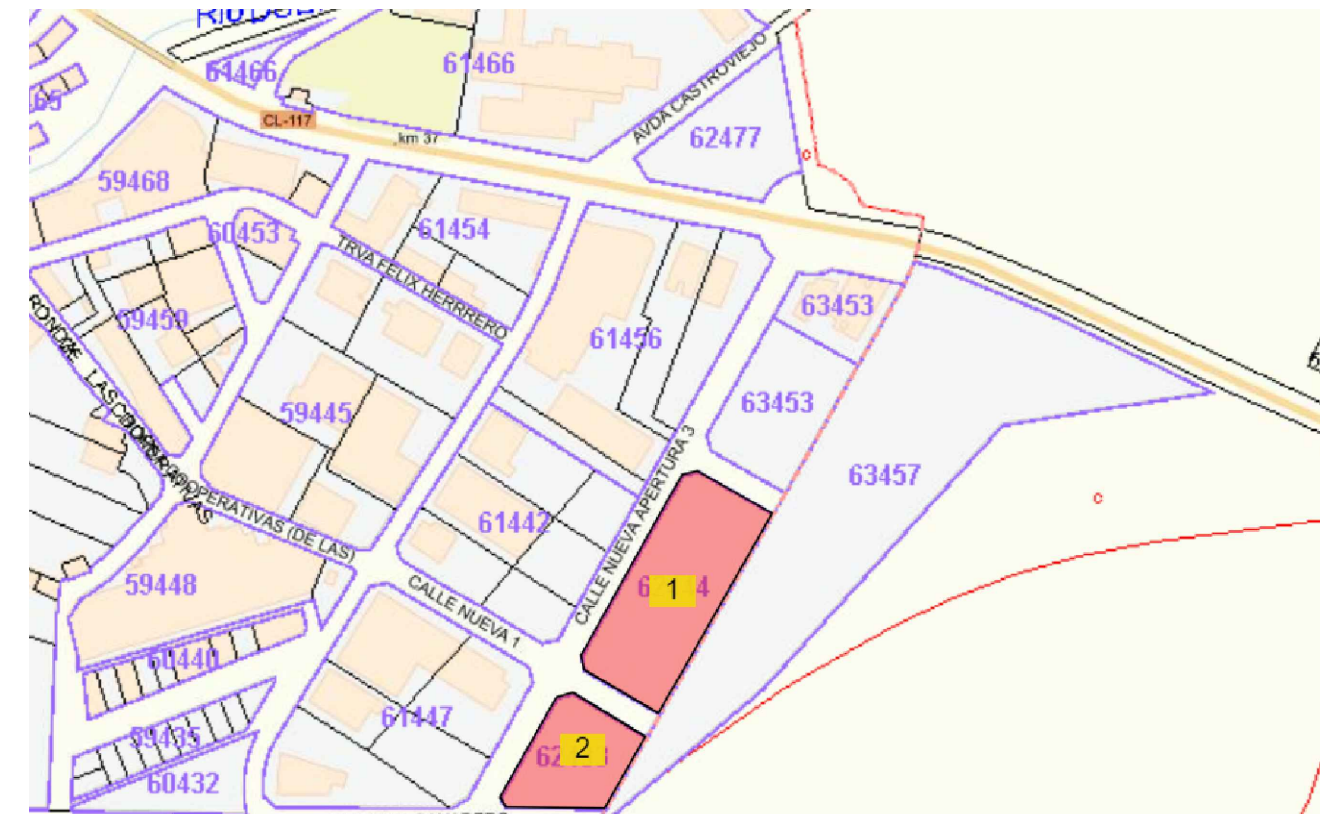
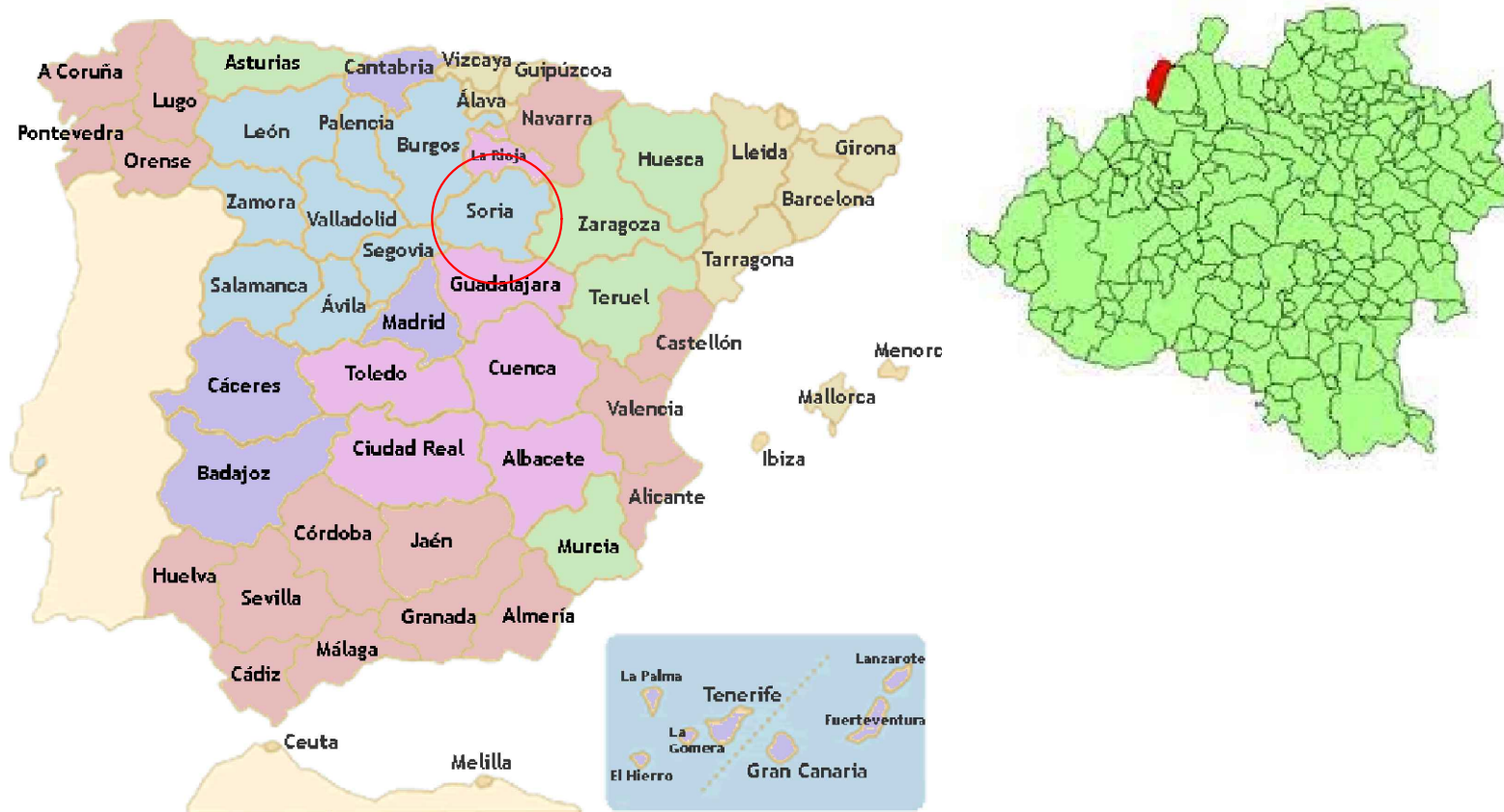
RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE DURUELO DE LA SIERRA  
(SORIA)



DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

## **DOCUMENTO Nº2. PLANOS**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

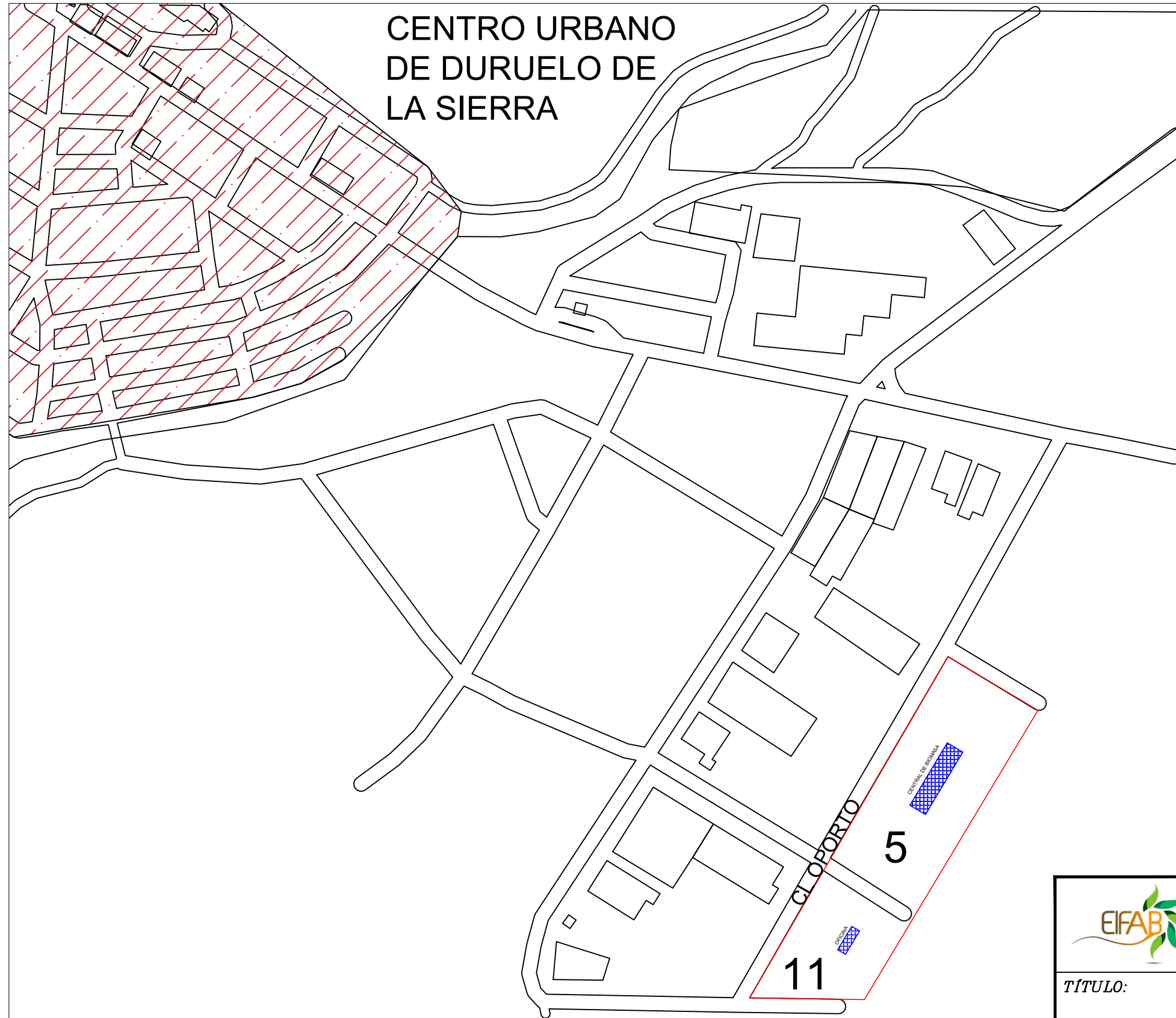
- PLANO 1. SITUACIÓN
- PLANO 2. EMPLAZAMIENTO DE LA PARCELA
- PLANO 3. EMPLAZAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES
- PLANO 4. PLANTA DE CIMENTACIÓN DE LA NAVE
- PLANO 5. PLANTA DE PILARES
- PLANO 6. PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
- PLANO 7. PLANTA DE CUBIERTA
- PLANO 8. SECCIÓN DE LA NAVE
- PLANO 9. ALZADOS
- PLANO 10. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO
- PLANO 11. INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
- PLANO 12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- PLANO N. 13: INSTALACIÓN DE LA RED DE CALOR



|                                                                                                            |  |                                                                                                        |  |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |  | PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA<br>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA |  |  |
|                                                                                                            |  | GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA                                                                     |  |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA |  |                                                                                                        |  |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)                                                       |  | <b>ESCALA:</b>                                                                                         |  |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 23/06/2023<br><b>FIRMA:</b>                                                                  |  | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>SITUACIÓN                                                                      |  | <b>PLANO N°:</b> 1                                                                    |
| <b>ALUMNO:</b><br>ALEJANDRO MARTÍN                                                                         |  |                                                                                                        |  |                                                                                       |



CENTRO URBANO  
DE DURUELO DE  
LA SIERRA



PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA  
U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA



**TÍTULO:** INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA

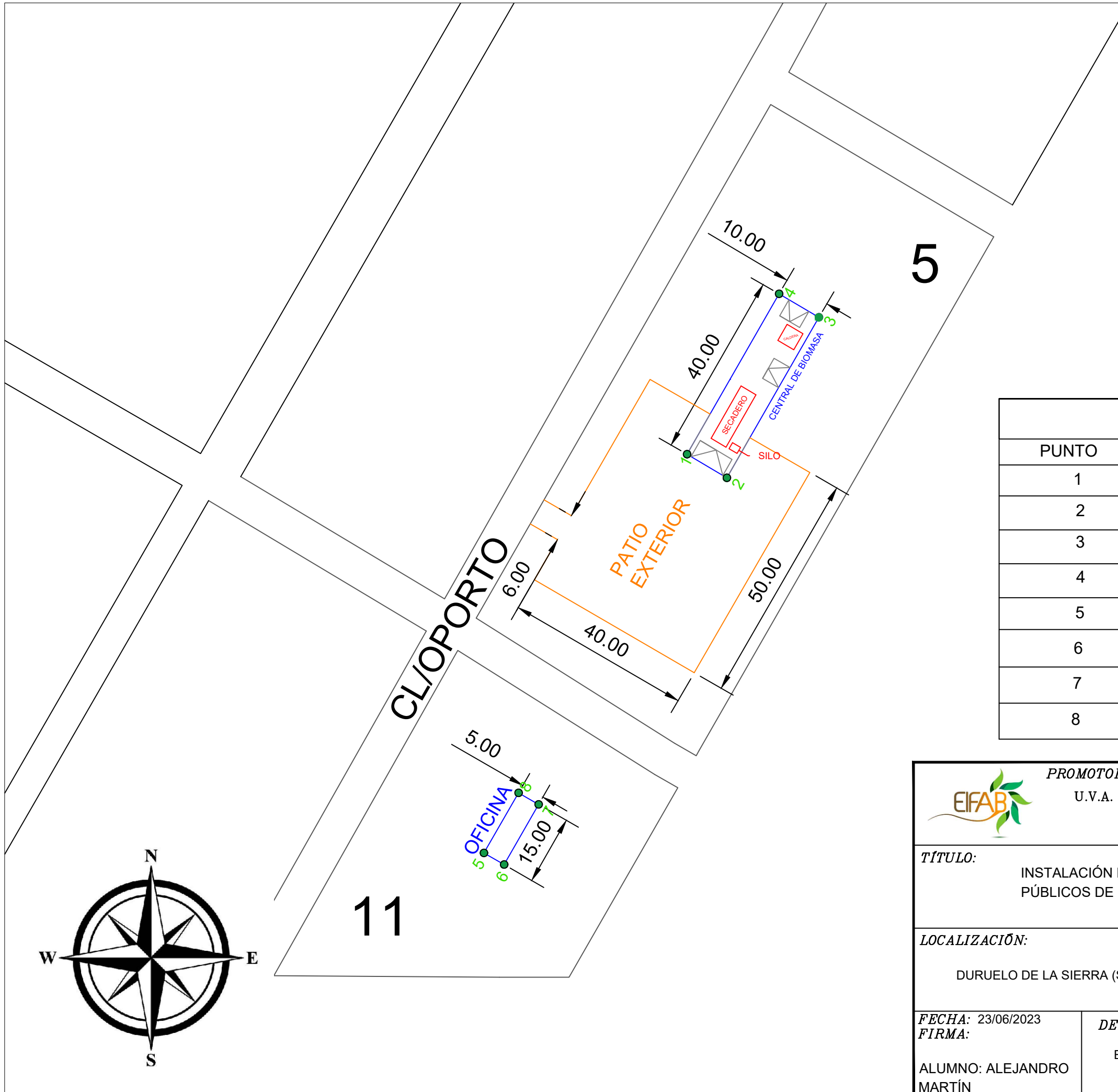
**LOCALIZACIÓN:**  
DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)

**ESCALA:**  
1/2500

**FECHA:** 23/06/2023  
**FIRMA:**  
ALUMNO: ALEJANDRO MARTÍN

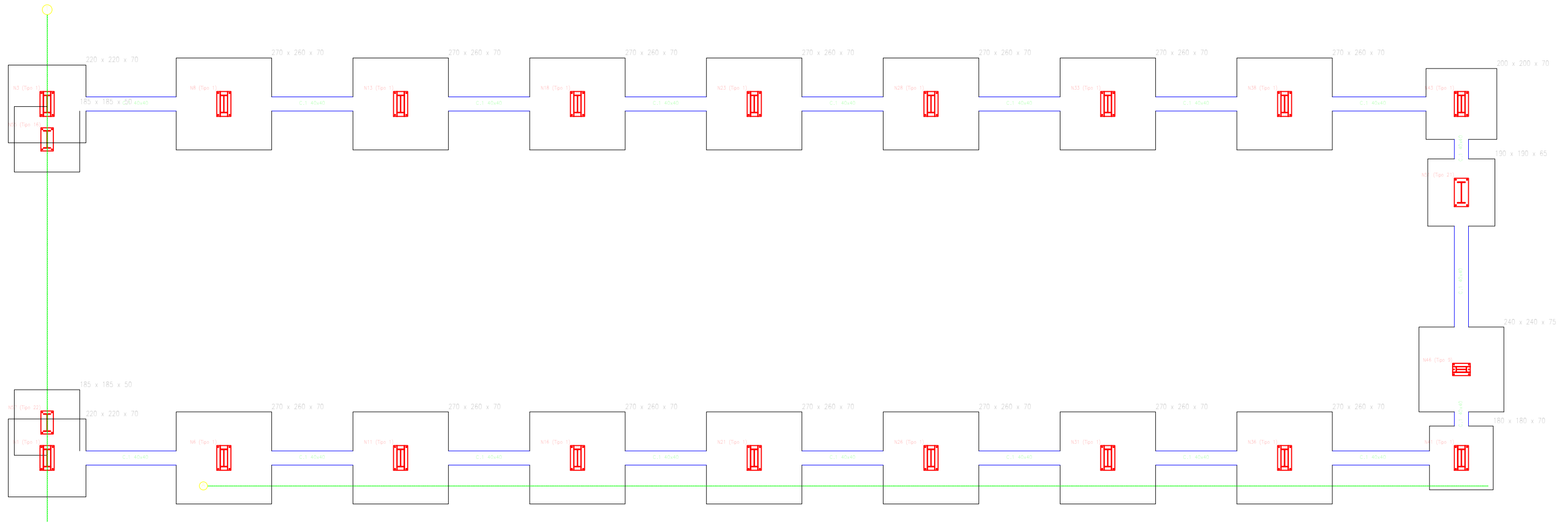
**DENOMINACIÓN:**  
EMPLAZAMIENTO DE LA PARCELA



**PLANO N°:** 2



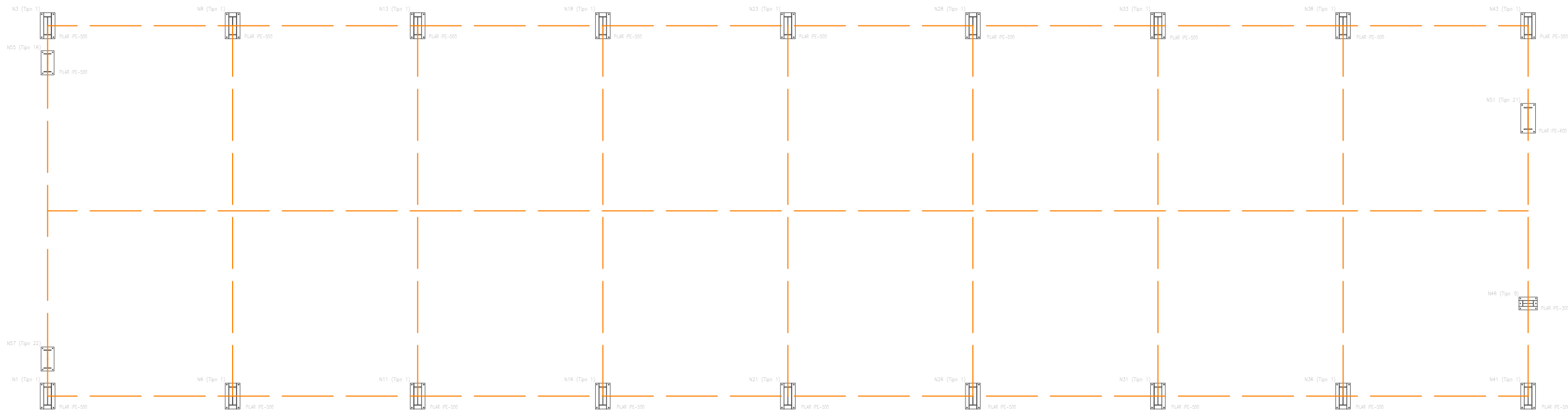
| COORDENADAS |           |            |
|-------------|-----------|------------|
| PUNTO       | X         | Y          |
| 1           | 506156.79 | 4644304.58 |
| 2           | 506159.03 | 4644269.80 |
| 3           | 506174.75 | 4644264.85 |
| 4           | 506208.48 | 4644299.64 |
| 5           | 506080.54 | 4644168.85 |
| 6           | 506096.38 | 4644195.47 |
| 7           | 506112.87 | 4644190.60 |
| 8           | 506095.23 | 4644166.64 |

|                                                                                                            |  |                                                                                                                                              |                       |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |  | PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA<br>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA |                       |  |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA |  |                                                                                                                                              |                       |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)                                                          |  |                                                                                                                                              | <b>ESCALA:</b> 1/1000 |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 23/06/2023<br><b>FIRMA:</b>                                                                  |  | <b>DENOMINACIÓN:</b> EMPLAZAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES                                                                                     |                       | <b>PLANO N°:</b> 3                                                                    |
| ALUMNO: ALEJANDRO MARTÍN                                                                                   |  |                                                                                                                                              |                       |                                                                                       |





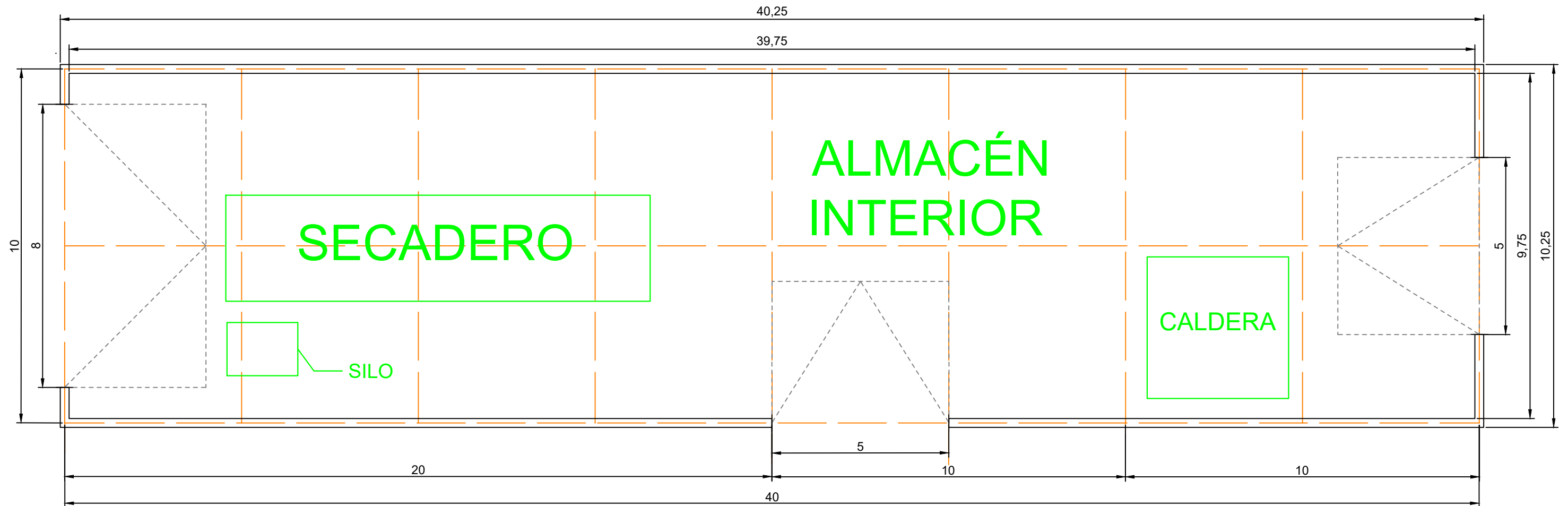
|                                                                                       |  |                                                                                                                      |  |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <b>PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA</b><br><b>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b> |  |  |
| <b>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA</b>                                             |  |                                                                                                                      |  |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b>                                                                        |  | <b>INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA</b>                   |  |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b>                                                                  |  | <b>ESCALA:</b>                                                                                                       |  |                                                                                       |
| DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)                                                          |  | 1/100                                                                                                                |  |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 23/06/2023<br><b>FIRMA:</b>                                             |  | <b>DENOMINACIÓN:</b>                                                                                                 |  | <b>PLANO Nº:</b> 4                                                                    |
| ALUMNO:<br>ALEJANDRO MARTÍN                                                           |  | PLANTA DE CIMENTACION                                                                                                |  |                                                                                       |





| Cuadro de arranques                                                                   |                             |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Referencias                                                                           | Pernos de Placas de Anclaje | Dimensión de Placas de Anclaje |
| N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N36, N31, N26, N21, N16, N11, N6, N3, N1, N41 y N43 | 4 Pernos $\phi$ 25          | Placa base (400x700x25)        |
| N55 y N57                                                                             | 4 Pernos $\phi$ 20          | Placa base (350x650x22)        |
| N46                                                                                   | 6 Pernos $\phi$ 20          | Placa base (350x500x18)        |
| N51                                                                                   | 4 Pernos $\phi$ 25          | Placa base (400x800x30)        |

|                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA</b><br><b>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b> |                                          |  |
| <b>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA</b>                                                                                                                                                                  |                                          |                                                                                       |
| <b>TÍTULO: RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE DURUELO DE LA SIERRA</b>                                                                                                  |                                          |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)                                                                                                                                                       |                                          | <b>ESCALA:</b> 1/100                                                                  |
| <b>FECHA:</b> 23/06/2023<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                                  | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>PLANTA DE PILRES | <b>PLANO Nº:</b> 5                                                                    |



PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA  
 U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
 GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA



**TÍTULO:** INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA

**LOCALIZACIÓN:** DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)

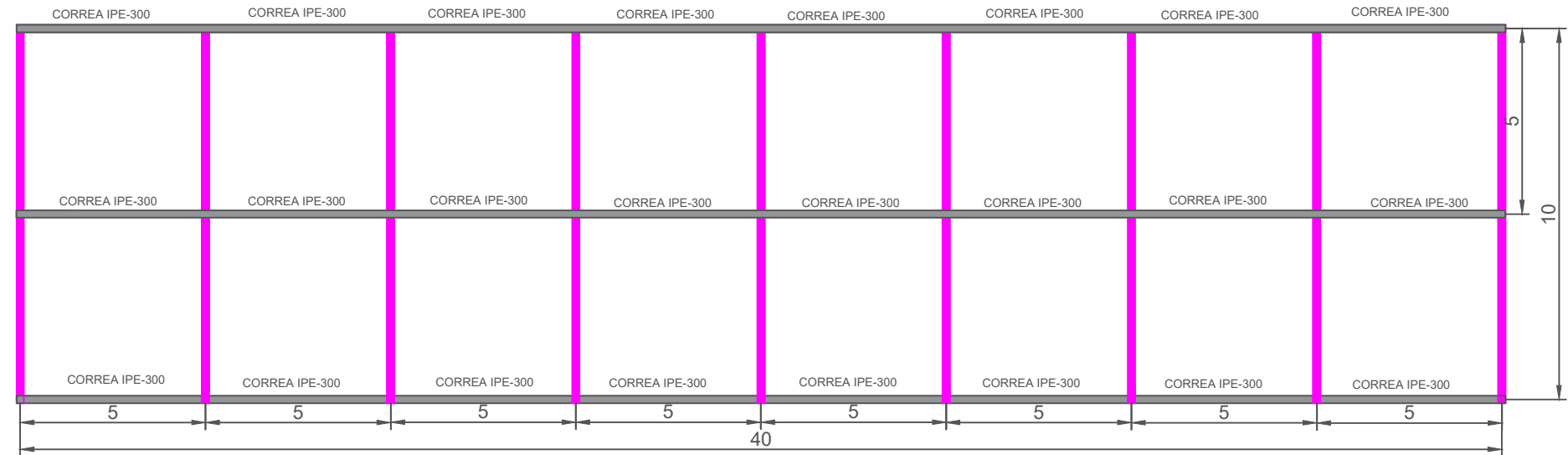
**ESCALA:** 1/100

**FECHA:** 23/06/2023  
**FIRMA:**  
 ALUMNO: ALEJANDRO MARTÍN

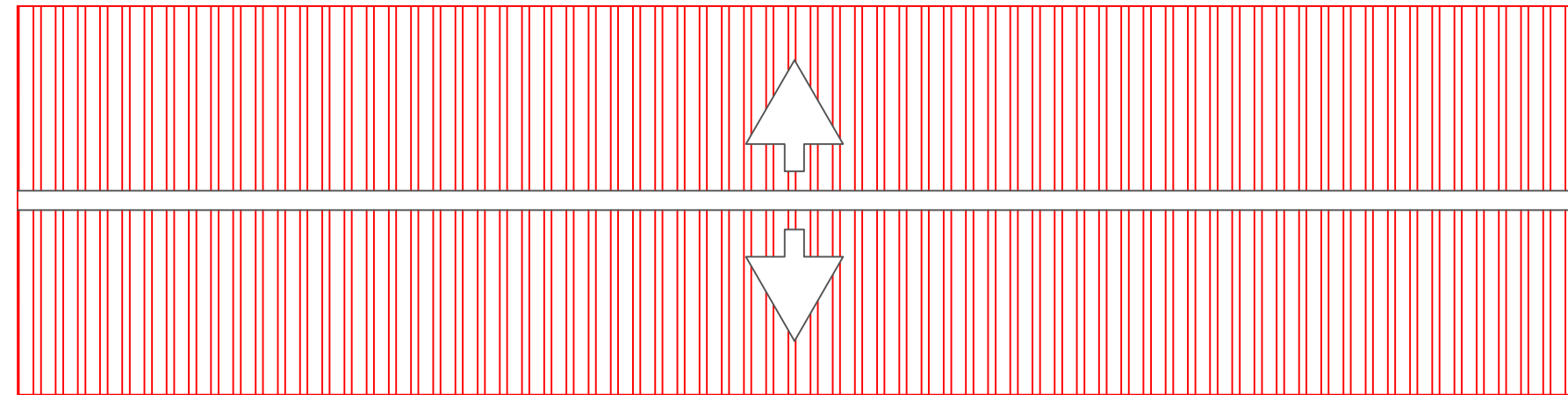
**DENOMINACIÓN:** PLANTA DE DISTRIBUCIÓN


**PLANO Nº:** 6

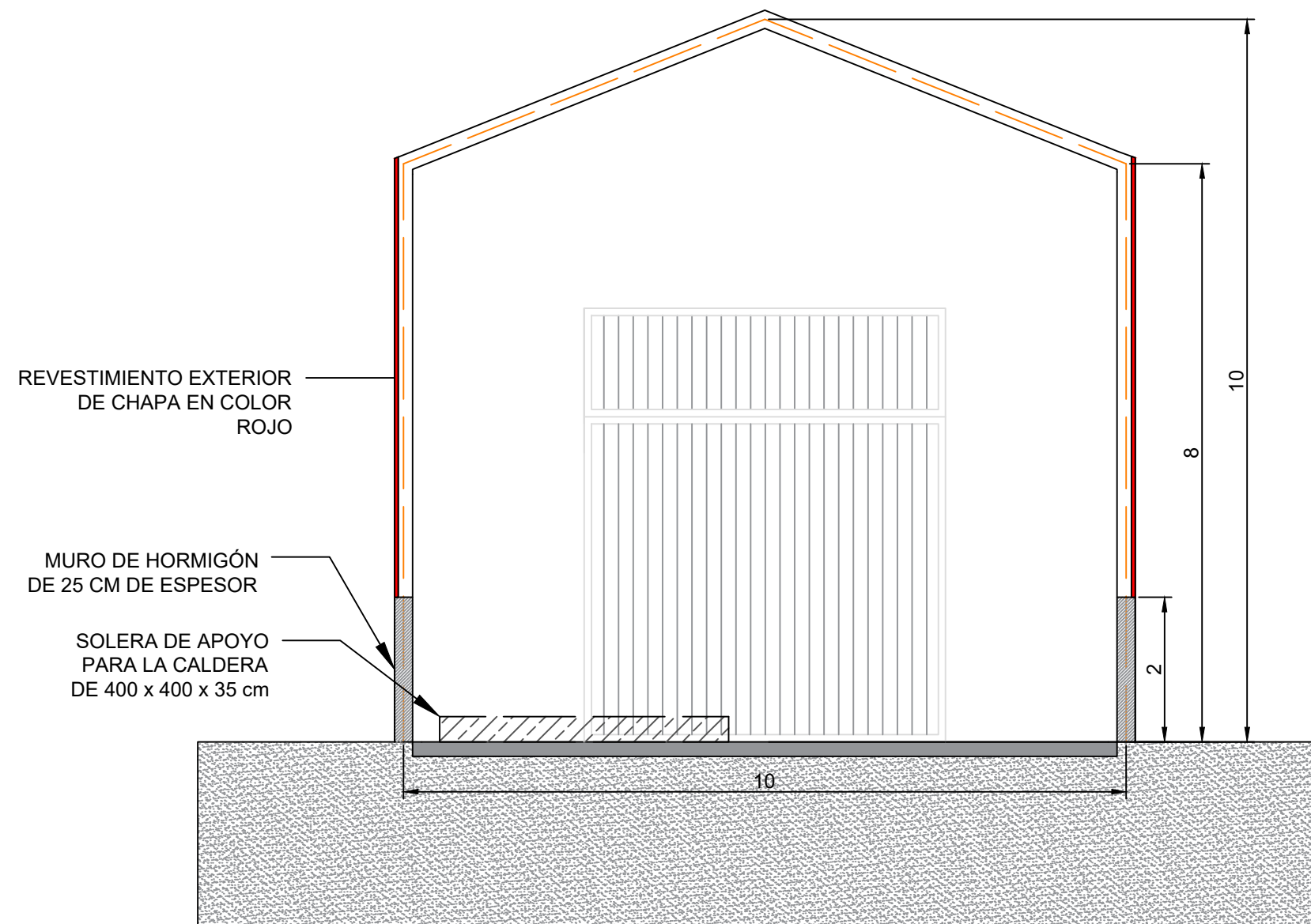
# PLANTA DE ESTRUCTURA CUBIERTA





# PLANTA DE CUBIERTA

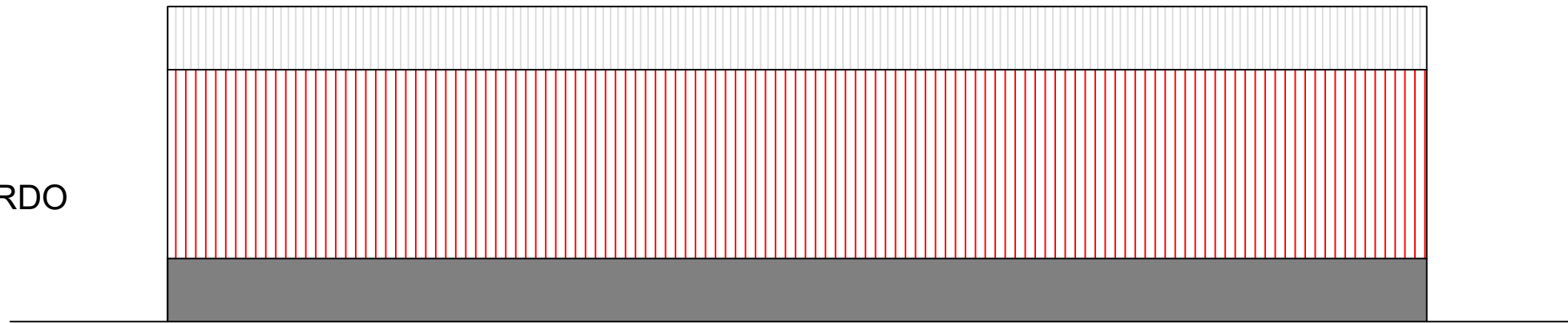


|                                                                                                            |  |                                                                                                               |                         |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |  | <b>PROMOTOR:</b> AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA<br>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA |                         |  |
|                                                                                                            |  | <b>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA</b>                                                                     |                         |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA |  |                                                                                                               |                         |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)                                                       |  |                                                                                                               | <b>ESCALA:</b><br>1/150 |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 23/06/2023<br><b>FIRMA:</b>                                                                  |  | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>PLANTA DE CUBIERTA                                                                    |                         | <b>PLANO Nº:</b> 7                                                                    |
| ALUMNO: ALEJANDRO MARTÍN                                                                                   |  |                                                                                                               |                         |                                                                                       |

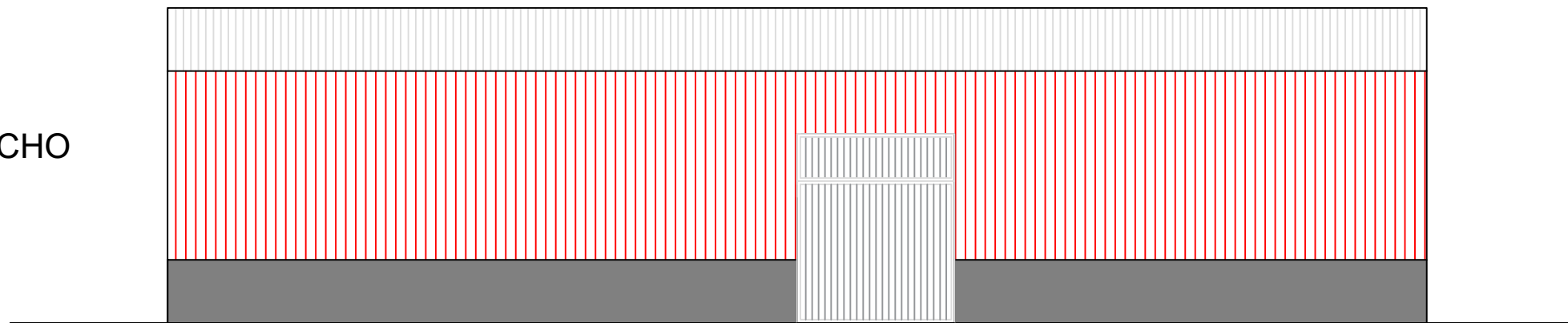


|                                                                                       |  |                                                                                                                |                       |                                                                                       |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA<br/>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</p> |                       |  |  |
|                                                                                       |  | <p>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA</p>                                                                      |                       |                                                                                       |  |
| <p><b>TÍTULO:</b></p>                                                                 |  | <p>INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA</p>             |                       |                                                                                       |  |
| <p><b>LOCALIZACIÓN:</b></p>                                                           |  |                                                                                                                | <p><b>ESCALA:</b></p> |                                                                                       |  |
| <p>DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)</p>                                                   |  |                                                                                                                | <p>1/80</p>           |                                                                                       |  |
| <p><b>FECHA:</b> 23/06/2023<br/><b>FIRMA:</b></p>                                     |  | <p><b>DENOMINACIÓN:</b></p>                                                                                    |                       | <p><b>PLANO Nº:</b> 8</p>                                                             |  |
| <p>ALUMNO: ALEJANDRO MARTÍN</p>                                                       |  | <p>PERFIL DE LA PARTE POSTERIOR DE LA NAVE</p>                                                                 |                       |                                                                                       |  |

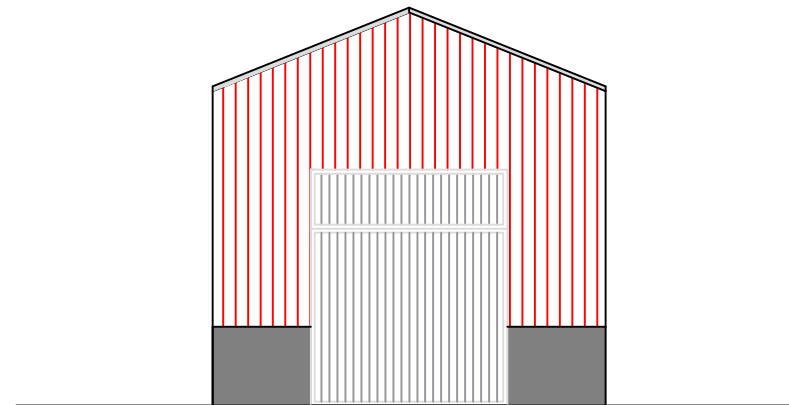
ALZADO IZQUIERDO



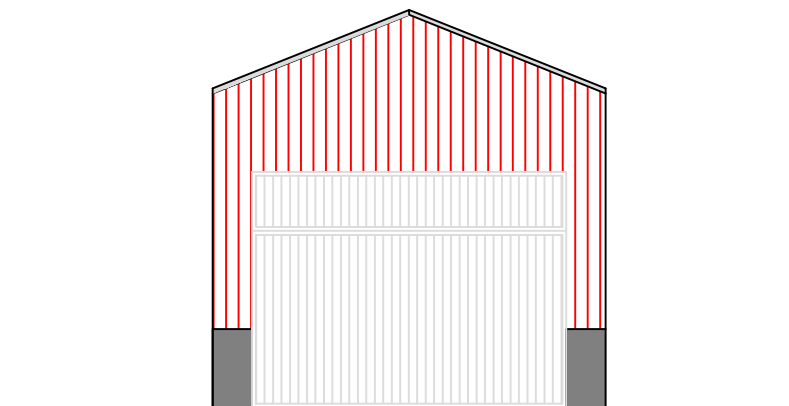
ALZADO DERECHO





ALZADO POSTERIOR



ALZADO FRONTAL



|                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                           |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | <p>PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA<br/>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA</p> |                           |  |
| <p><b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA</p> |                                                                                                                                                       |                           |                                                                                       |
| <p><b>LOCALIZACIÓN:</b><br/>DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)</p>                                                      | <p><b>ESCALA:</b><br/>1/100</p>                                                                                                                       |                           |                                                                                       |
| <p><b>FECHA:</b> 23/06/2023<br/><b>FIRMA:</b><br/>ALUMNO: ALEJANDRO MARTÍN</p>                                    | <p><b>DENOMINACIÓN:</b><br/>ALZADOS DE LA NAVE</p>                                                                                                    | <p><b>PLANO Nº:</b> 9</p> |                                                                                       |




# CL OPORTO

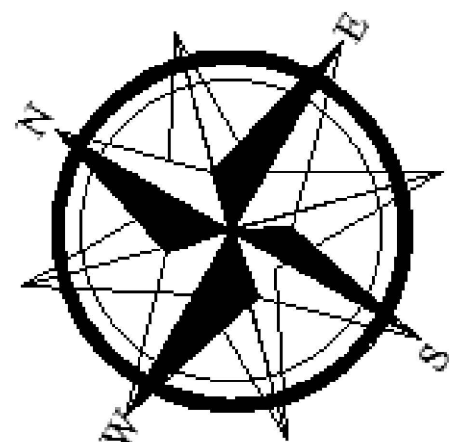
RED GENERAL DE  
SANEAMIENTO

CASETA DE  
OFICINA

11

## LEYENDA DE SANEAMIENTO

-  TUBERÍA P.V.C FECALES
-  ARQUETA REGISTRO FECALES
-  SUMIDERO DE REJILLA



PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA  
U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA



**TÍTULO:** INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA

**LOCALIZACIÓN:**  
DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)

**ESCALA:**  
1/100

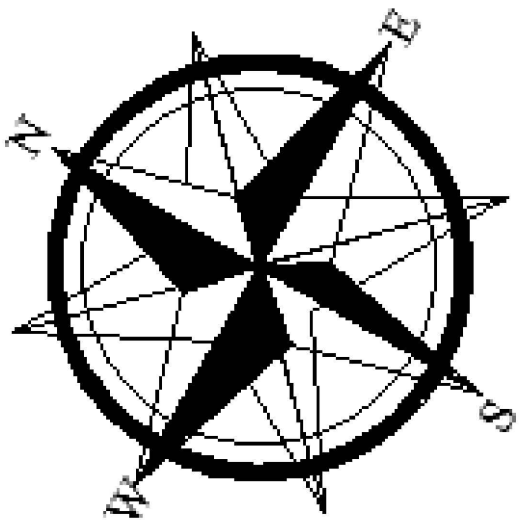
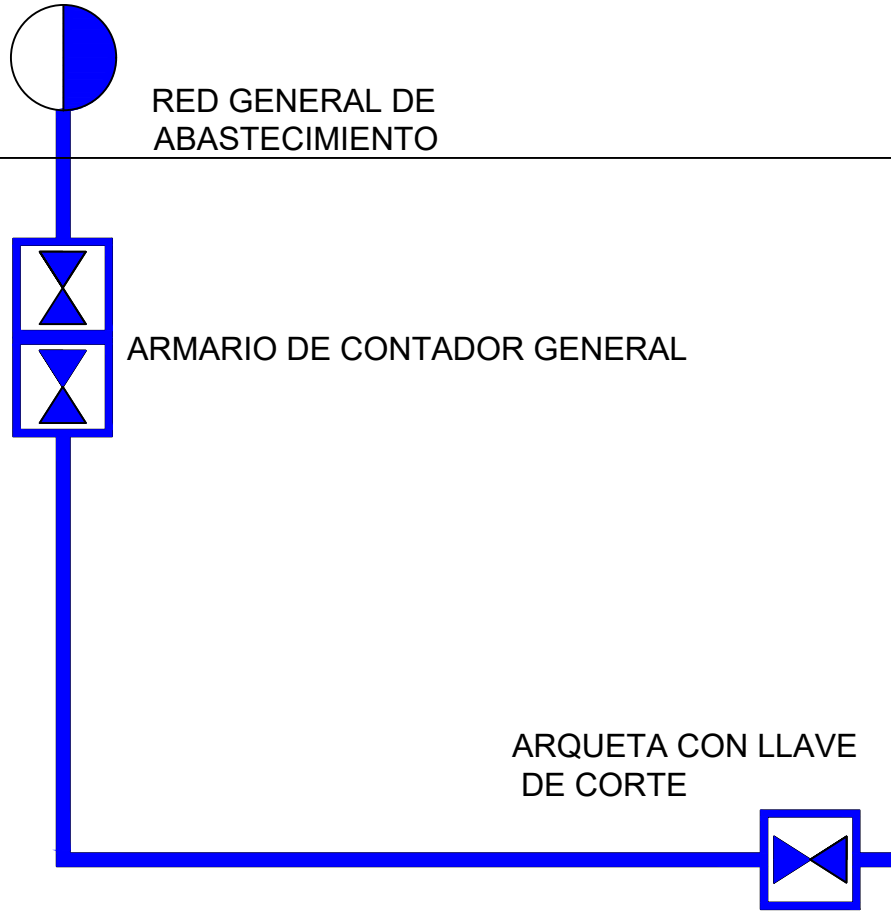
**FECHA:** 23/06/2023  
**FIRMA:**

**DENOMINACIÓN:**  
INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

**PLANO N°:** 10

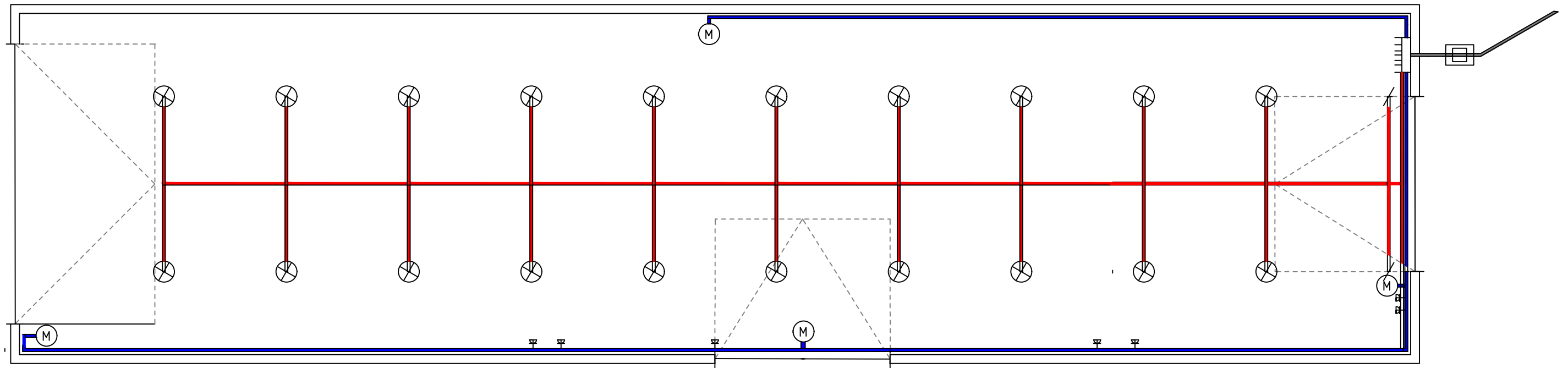
ALUMNO: ALEJANDRO  
MARTÍN

# CL OPORTO



11

|                                                                                                                   |                                                                                                                |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | <p>PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA<br/>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</p> |  |
| <p>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA</p>                                                                         |                                                                                                                |                                                                                       |
| <p><b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA</p> |                                                                                                                |                                                                                       |
| <p><b>LOCALIZACIÓN:</b><br/>DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)</p>                                                      | <p><b>ESCALA:</b><br/>1/100</p>                                                                                |                                                                                       |
| <p><b>FECHA:</b> 23/06/2023<br/><b>FIRMA:</b></p>                                                                 | <p><b>DENOMINACIÓN:</b><br/>INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</p>                                          | <p><b>PLANO Nº:</b> 11</p>                                                            |
| <p>ALUMNO: ALEJANDRO MARTÍN</p>                                                                                   |                                                                                                                |                                                                                       |



## LEYENDA DE ELECTRICIDAD

⌚ ENCHUFE

⊗ LUMINARIAS



— LINEA DE FUERZA

— RED ELÉCTRICA CIRCUITO

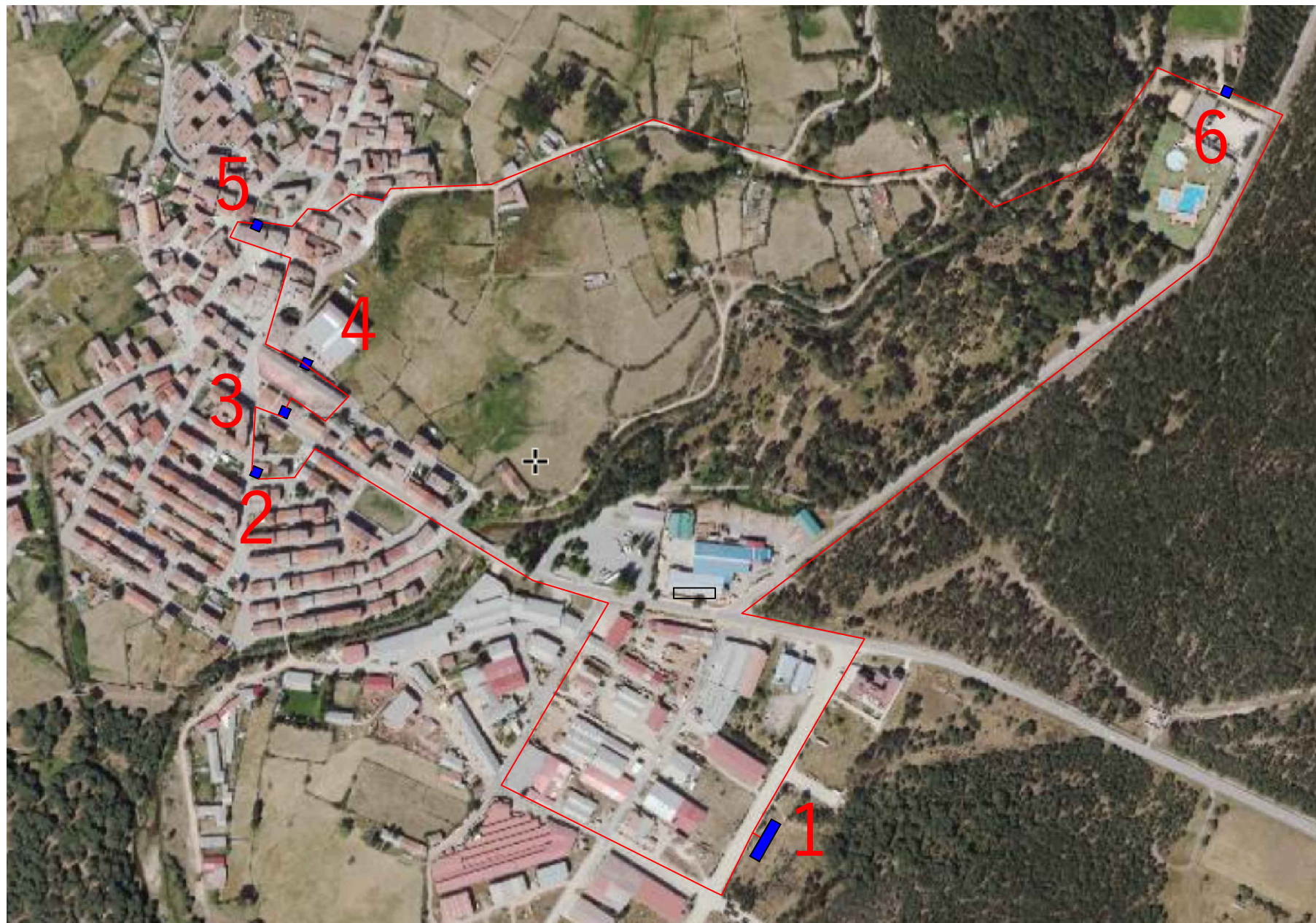
⌚ CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

⌚ CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

⊙ MOTOR

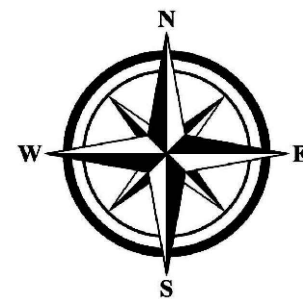
|                                                                                                            |                                                                                                               |                                               |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | <b>PROMOTOR:</b> AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA<br>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA |                                               |  |
|                                                                                                            | <b>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA</b>                                                                     |                                               |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b> INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA |                                                                                                               |                                               |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)                                                       |                                                                                                               | <b>ESCALA:</b><br>1/100                       |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 23/06/2023<br><b>FIRMA:</b>                                                                  |                                                                                                               | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>INSTALACIÓN ELÉCTRICA |                                                                                       |
| ALUMNO:<br>ALEJANDRO MARTÍN                                                                                |                                                                                                               | <b>PLANO Nº:</b> 12                           |                                                                                       |





| LONGITUD DE LOS TRAMOS |        |
|------------------------|--------|
| Tramo 1-2              | 846 m  |
| Tramo 2-3              | 102 m  |
| Tramo 3-4              | 131 m  |
| Tramo 4-5              | 228 m  |
| Tramo 5-6              | 1014 m |
| Tramo 6-1              | 1071 m |

| PUNTOS DE LA RED |                           |
|------------------|---------------------------|
| 1                | Central de biomasa        |
| 2                | Guardería                 |
| 3                | Centro de salud y colegio |
| 4                | Polideportivo             |
| 5                | Ayuntamiento              |
| 6                | Campo de fútbol           |



|                                                                                       |  |                                                                                                                                              |  |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE DURUELO DE LA SIERRA<br>U.V.A. -E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGROENERGÉTICA |  |  |
| <b>TÍTULO:</b>                                                                        |  | INSTALACIÓN DE RED DE CALOR POR BIOMASA PARA LOS EDIFICIOS PÚBLICOS DE DURUELO DE LA SIERRA                                                  |  |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b>                                                                  |  | <b>ESCALA:</b>                                                                                                                               |  |                                                                                       |
| DURUELO DE LA SIERRA (SORIA)                                                          |  | 1/5000                                                                                                                                       |  |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 23/06/2023<br><b>FIRMA:</b>                                             |  | <b>DENOMINACIÓN:</b>                                                                                                                         |  | <b>PLANO Nº:</b> 13                                                                   |
| ALEJANDRO MARTÍN                                                                      |  | INSTALACIÓN DE RED DE CALOR                                                                                                                  |  |                                                                                       |



## **DOCUMENTO 3. PLIEGO DE CONDICIONES**

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

- PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS
- CONDICIONES FACULTATIVAS
- CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA
- CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA
- CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL



# **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS:

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1. CONDICIONES GENERALES .....                         | 3  |
| 1.1. OBJETO DEL DOCUMENTO.....                         | 3  |
| 1.2. DOCUMENTOS QUE RIGEN LA OBRA .....                | 3  |
| 1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN DE LOS DOCUMENTOS ..... | 4  |
| 1.4. DIRECTOR DE LA OBRA .....                         | 4  |
| 1.5. DISPOSICIONES LEGALES .....                       | 4  |
| 1.6. CONDICIONES DE ACABADO.....                       | 5  |
| 2. CONDICIONES FACULTATIVAS .....                      | 6  |
| 2.1. ATRIBUCIONES DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA.....         | 6  |
| 2.2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....                | 7  |
| 2.3. ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LA PROPIEDAD ..... | 10 |
| 2.4. TRABAJO, MATERIAL Y SUS MEDIOS AUXILIARES.....    | 10 |
| 2.5. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN .....                     | 13 |
| 2.6. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA .....          | 14 |
| 3. CONDICIONES ECONÓMICO-ADMINISTRATIVA.....           | 15 |
| 3.1. CONDICIONES GENERALES .....                       | 15 |
| 3.2. CRITERIOS DE MEDICIÓN.....                        | 16 |
| 3.3. CRITERIOS DE VALORACIÓN .....                     | 16 |
| 3.4. ABONO DE LOS TRABAJOS .....                       | 18 |
| 3.5. VARIOS .....                                      | 19 |
| 4. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICO.....                  | 20 |
| 4.1. GENERALIDADES.....                                | 20 |
| 4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....           | 20 |
| 4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA EJECUCIÓN .....             | 25 |
| 4.4. CONDICIONES PARTICULARES.....                     | 35 |
| 4.5. CONTROL DE CALIDAD .....                          | 39 |
| 5. CONDICIONES LEGALES.....                            | 41 |

# 1. CONDICIONES GENERALES

Las obras se realizarán con sujeción a los Pliegos Generales para la Construcción para obras oficiales, así como a las disposiciones del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, y demás legislación vigente en materia de contratación de las Administraciones Públicas.

El proyecto comprende una obra completa, entendiéndose por tal la susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones o reformas de que posteriormente puedan ser objeto, comprendiendo todos y cada uno de los elementos que sean precisos para ello.

## 1.1 OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente documento contiene el pliego de condiciones realizado para la redacción del Proyecto **“Instalación de Red de Calor por Biomasa para los Edificios Públicos del Municipio de Duruelo de la Sierra (Soria)”**.

Los objetivos que se pretenden cubrir con el presente documento son:

- Definición y condiciones de los distintos materiales de obra.
- Definición y condiciones para la ejecución de las unidades de obra.
- Definición y disposiciones como las obligaciones del contratista, etc.

## 1.2 DOCUMENTOS QUE RIGEN LAS OBRAS

Los documentos que deben ser el fundamento del proyecto son:

- La memoria.
- Los planos.
- 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.



### **1.3 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, prevalece 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.

### **1.4 DIRECTOR DE LA OBRA**

Se nombrará a un Ingeniero Director de Obra, cuyas funciones serán la dirección, el 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.

### **1.5 DISPOSICIONES LEGALES**

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.

## **1.6 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**

### **2.1 ATRIBUCIONES DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA**

#### DIRECCIÓN

La Dirección Facultativa de las obras, será ejercida por técnicos designados por el Ayuntamiento de Duruelo de la Sierra y ostentará de manera exclusiva la dirección y coordinación de todo el equipo técnico que pudiera intervenir en la obra. Le corresponderá realizar la interpretación técnica, económica y estética del proyecto, así como establecer las medidas necesarias para el desarrollo de la obra, con las adaptaciones, detalles complementarios y modificaciones precisas.

#### INALTERABILIDAD DEL PROYECTO

El proyecto será inalterable salvo que Dirección Facultativa renuncie expresamente a dicho proyecto, o fuera rescindido el convenio de prestación de servicios, suscrito por el promotor, en los términos y condiciones legalmente establecidos.

Cualquier obra que suponga alteración o modificación de los documentos del proyecto sin previa autorización escrita de la dirección técnica podrá ser objeto de demolición si ésta lo estima conveniente, pudiéndose llegar a la paralización por vía judicial. No servirá de justificante ni eximente el hecho de que la alteración proceda de indicación de la propiedad, siendo responsable el contratista.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

La Dirección Facultativa resolverá todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de los materiales y ejecución de unidades de obra, prestando la asistencia necesaria e inspeccionando el desarrollo de la misma. También estudiará las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando en su caso las propuestas correspondientes.

De la misma manera, la Dirección Facultativa redactará y entregará, junto con los documentos señalados en el Capítulo 2, las liquidaciones, las certificaciones de plazos o estados de obra, las correspondientes a la recepción provisional y definitiva, y, en general, toda la documentación propia de la obra misma.

## **2.2 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

El contratista es la persona encargada de cumplir que se ejecute la obra.

### DELEGADO DE OBRAS

Se entiende por Delegado de Obra la persona designada expresamente por el Contratista con capacidad suficiente para ostentar la representación de éste y organizar la ejecución de la obra. Dicho delegado deberá poseer la titulación profesional adecuada cuando, dada la complejidad y volumen de la obra, la Dirección Facultativa lo considere conveniente. Además de Colaborar en los distintos problemas o cambios que se puedan llevar a cabo a lo largo de la obra.

### 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.

### PERSONAL

El nivel técnico y la experiencia del personal aportado por el contratista serán adecuados, en cada caso, las funciones que le hayan sido encomendadas.

El contratista deberá tener siempre en la obra el número de operarios proporcionado a la extensión de los trabajos y a la clase que se esté ejecutando.

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 órdenes 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.

### NORMATIVA

El contratista estará obligado a conocer y cumplir estrictamente toda la normativa vigente en el campo técnico, laboral, y de seguridad e higiene en el trabajo.

En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 7 de octubre (B.O.E. 25.10.97), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Riesgos Laborales, y según las características de cada obra, deberá en su caso realizarse el Estudio de seguridad e Higiene, que servirá para dar las directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa.

### 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.

### CONOCIMIENTO Y MODIFICACIÓN DEL PROYECTO

El contratista deberá conocer el proyecto en todos sus documentos, solicitando en caso necesario todas las aclaraciones que estime oportunas para la correcta interpretación de los mismos en la ejecución de la obra. Podrá proponer todas las modificaciones constructivas que crea adecuadas a la consideración de la Dirección Facultativa.

Cuando, se introduzcan modificaciones o mejoras de obra, se hará constar por escrito, antes de empezar los trabajos, el importe de aquellas o el valor estipulado para las mismas si no tuvieran precio en el presupuesto.

Cando se crea necesario hacer obras no presupuestadas o emplear materiales distintos de los fijados, se determinará el precio tomando por base el elemento de las obras análogas.

### REALIZACIÓN DE LAS OBRAS

El contratista realizará las obras de acuerdo con la documentación de proyecto y las prescripciones, órdenes y planos complementarios que la Dirección Facultativa pueda suministrar a lo largo de la obra hasta la recepción de la misma, todo ello en el plazo estipulado.

### RESPONSABILIDADES

El contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y, por consiguiente, de los defectos que, bien por la mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados, pudieran existir. También será responsable de

aquellas partes de la obra que subcontrate, siempre con constructores legalmente capacitados.

Ajustándose a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que pueda haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia.

### POTESTAD DEL CONTRATISTA

El contratista:

- Debe cumplir todas las 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", para demostrar 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.
- 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.

### SEGURIDAD

El contratista será el responsable de los accidentes que pudieran producirse en el desarrollo de la obra por impericia o descuido, y de los daños que por la misma causa pueda ocasionar a terceros. En este sentido estará obligado a cumplir las leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes.

## **2.3 ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LA PROPIEDAD**

Aquella persona, física o jurídica, pública o privada que se propone ejecutar, dentro de los cauces legalmente establecidos, una obra arquitectónica o urbanística.

### DESARROLLO TÉCNICO ADECUADO

La Propiedad podrá exigir de la Dirección Facultativa el desarrollo técnico adecuado del proyecto y de su ejecución material, dentro de las limitaciones legales existentes.

### INTERRUPCIÓN DE LAS OBRAS

La Propiedad podrá desistir en cualquier momento de la ejecución de las obras de acuerdo con lo que establece el Código Civil, sin perjuicio de las indemnizaciones que, en su caso, deba satisfacer.

### CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA URBANÍSTICA

De acuerdo con lo establecido por la ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, la propiedad estará obligada al cumplimiento de todas las disposiciones sobre ordenación urbana vigentes, no pudiendo comenzarse las obras sin tener concedida la correspondiente licencia de los organismos competentes.

Deberá comunicar a la Dirección Facultativa dicha concesión, pues de lo contrario ,se podrá paralizar las obras, siendo la Propiedad la única responsable de los perjuicios que pudieran derivarse.

### ACTUACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA OBRA

La Propiedad se abstendrá de ordenar la ejecución de obra alguna o la introducción de modificaciones sin la autorización de la Dirección Facultativa, así como a dar a la Obra un uso distinto para el que fue proyectada, dado que dicha modificación pudiera afectar a la seguridad del edificio por no estar prevista en las condiciones de encargo del Proyecto.

## **2.4 TRABAJO, MATERIAL Y SUS MEDIOS AUXILIARES**

### ALMACÉN PARA PROTEGER EL MATERIAL DE 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.

### 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.

### 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.

Es 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.

### 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.

### TRABAJOS DEFECTUOSOS 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.

### 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.

### 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 las 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.

## **2.5 RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN**

### **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.

### **PLAZO DE GARANTIA**

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.

### **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.

### **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.

### 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.

## **2.6 FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS**

### 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 ECONÓMICO-ADMINISTRATIVA**

### **3.1 CONDICIONES GENERALES**

### PAGOS AL CONTRATISTA

El Contratista deberá percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, previa medición realizada conjuntamente por éste y la Dirección Facultativa, siempre que aquellos se hayan realizado de acuerdo con el Proyecto y las Condiciones Generales y Particulares que rijan en la ejecución de la obra.

### FIANZA

Se exigirá al Contratista una fianza del % del presupuesto de ejecución de las obras contratadas que se fije en el Contrato, que le será devuelto una vez finalizado el plazo de garantía, tras previo informe aprobado de la Dirección Facultativa.

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.

### 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.

### EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGAS A LA FIANZA

En caso de que el Contratista se negase a hacer los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Técnico Director, en nombre y representación del Propietario, ordenará ejecutar los trabajos 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.

## **3.2 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

### PARTIDAS COMETIDAS EN EL PROYECTO

Se seguirán los mismos criterios que figuran en las hojas de estado de mediciones.

### PARTIDAS NO CONTENIDAS EN EL PROYECTO

Se efectuará su medición, salvo pacto en contrario, según figura en el Pliego General de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura.

## **3.3 CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PRECIOS**

### PRECIOS CONTRATADOS

Se ajustarán a los proporcionados por el Contratista en la oferta.

### PRECIOS CONTRADICTORIOS

Aquellos precios de trabajos que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista, presentándolos éste de modo descompuesto y siendo necesaria su aprobación para la posterior ejecución en obra.

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.

### 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.

### REVISIÓN DE PRECIOS

Habrà lugar a revisión de precios cuando así lo contemple el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista, dándose las circunstancias acordadas, y utilizándose las fórmulas polinómicas que figuren en proyecto.

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.

### 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.

### 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.

### 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.

### **3.4 ABONO DE LOS TRABAJOS**

#### **PAGOS**

Los pagos los 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.

#### **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.

#### **INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE PAGOS**

Los importes de estas indemnizaciones, se le serán abonados al Contratista cuando existan retrasos no justificados; el importe sumará la cantidad que corresponda a los perjuicios causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

#### **INDEMNIZACIÓN AL CONTRATISTA POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR**

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.

## **3.5 VARIOS**

### **SEGUROS DE LOS TRABAJADORES**

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.

## **4. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

### **4.1 GENERALIDADES**

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conducente para obtener un buen funcionamiento durante el período de vida que se les pueda atribuir. La



instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea difícil reparar cualquier error emitido en el montaje, que obligue a realizar trabajos de albañilería.

El montaje de las instalaciones se ajustará a los planos y condiciones de proyecto. Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones, igualmente la sustitución por otros de los aparatos indicados en el proyecto y oferta, deberán ser aprobados por el director de obra.

Con todo, considerando que todos ellos entran en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1630/1922 de 29 de diciembre por lo que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE, las prescripciones de estas instrucciones para tales materiales, elementos y equipos serán aplicables únicamente mientras estén disponibles y publicadas las correspondientes especificaciones técnicas europeas armonizadas, que hubieran sido elaboradas por los organismos europeos de normalización como resultado de mandatos derivados de la directiva u otras disposiciones comunitarias que sean de aplicación.

Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometidos a malas prácticas antes o durante la instalación. Toda la información que acompañe a los equipos deberán expresarse por lo menos en castellano y en unidades del Sistema Internacional.

## **4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

### 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.

### EL AGUA

El agua utilizada, tanto para realizar los hormigones en obra como los morteros, no contendrá sustancias nocivas en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas, por lo que deben ser aguas dulces y limpias y en caso de que sea necesario contratarla, correría por cuenta de la contrata.

Deberá cumplir las condiciones establecidas en la norma EHE (Instrucción de hormigón estructural).

### 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.

El cemento se almacenará de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.3; si el suministro se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

### 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.

### 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.

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

### 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.

El hormigón armado es un material compuesto por otros dos: el hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua y, eventualmente, aditivos y adiciones, o solamente una de estas dos clases de productos) y el acero, cuya asociación permite una mayor capacidad de absorber sollicitaciones que generen tensiones de tracción, disminuyendo además la fisuración del hormigón y confiriendo una mayor ductilidad al material compuesto.

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.

### 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.

### 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.

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.

### ELEMENTOS CERÁMICOS

Los elementos 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.

### ALICATADOS

Revestimiento continuo para acabados de paramentos interiores o exteriores con morteros de cemento, de cal, o mixtos, de 2 cm de espesor, maestreados o no, aplicado directamente sobre las superficies a revestir, pudiendo servir de base para un revoco u otro tipo de acabado. Materiales constituyentes:

- Material aglomerante: El cemento, cumplirá las condiciones fijadas en la Instrucción para la Recepción de cementos RC-97 en cuanto a composición, prescripciones mecánicas, físicas, y químicas.
- Arena: Se utilizarán arenas procedentes de río, mina, playa, machaqueo o mezcla de ellas, pudiendo cumplir las especificaciones en cuanto a contenido de materia orgánica, impurezas, forma y tamaño de los granos y volumen de huecos recogidas en NTE-RPE.
- Agua: Se admitirán todas las aguas potables y las tradicionalmente empleadas; en caso de duda, el agua deberá cumplir las condiciones de acidez, contenido en sustancias disueltas, sulfatos, cloruros... especificadas en las Normas UNE.

### 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.

### 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.

### CARPINTERÍA METÁLICA

Ventanas y puertas compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatiente/s o pivotante/s, realizadas con perfiles de aluminio, con protección de anodizado o lacado. Recibidas sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, chapas, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios. Constituidos por:

Perfiles y chapas de aleación de aluminio con protección anódica de espesor variable, en función de las condiciones ambientales en que se vayan a colocar:

- 15 micras, exposición normal y buena limpieza.
- 20 micras, en interiores con rozamiento.
- 25 micras, en atmósferas marina o industrial agresiva.

## CUBIERTAS

Cubierta inclinada, no ventilada, invertida y sobre forjado inclinado. Productos constituyentes:

- Impermeabilización: es recomendable su utilización en cubiertas con baja pendiente o cuando el solapo de las tejas sea escaso, y en cubiertas expuestas al efecto combinado de lluvia y viento.
- Aislamiento térmico: es recomendable la utilización de paneles rígidos con un comportamiento a compresión tal, que presenten una deformación menor o igual al 5% bajo una carga de 40 kPa, según UNE EN 826; salvo que queden protegidos con capa auxiliar, en cuyo caso, además de los referidos, podrán utilizarse otros paneles o mantas minerales, preferentemente de baja higroscopicidad.
- Tejado: el tejado podrá realizarse con tejas cerámicas o de hormigón, placas conformadas, pizarras...
- Elementos de recogida de aguas: canalones, bajantes... puede ser recomendable su utilización en función del emplazamiento del faldón; estos podrán ser vistos u ocultos.

## **4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA EJECUCIÓN**

### 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. Los elementos usados durante el replanteo, así como los gastos imprevistos, serán abonados por el contratista.

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.

### DESEJE 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.

### EXCAVACIONES

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.

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, entrará en esta unidad de obra.

### ZANJAS Y POZOS

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 los acordamientos necesarios.

### RELLENADO DE EXCAVACIONES Y POZOS

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.

### 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.

### 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).

### ESTRUCTURAS HORMIGÓN ARMADO

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 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



DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES

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.

Aunque existen también motivos de la no aceptación para la aplicación del hormigón:

- 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.

Se clasifican en función de su contenido en cemento, los principales tipos empleados 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.

### 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 por los que no se podrán 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.

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 llevar a cabo el mantenimiento de estas cubiertas, hay que seguir las siguientes indicaciones:

- 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.

### ALBAÑILERÍA, CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA

Respecto a las calidades de los materiales:

- 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, sobre todo del yeso, se dejará un hueco en la parte superior del tabique. Trabajando con bloques en la obra, de 40 x 20 x 20 centímetros.

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".

#### 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 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.

#### 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... Además de cumplir una serie de 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

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.

Las partes más importantes en la instalación son:

- **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:** 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.
- **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. Llevada a cabo gracias a la instalación de interruptores automáticos de corte omnipolar; además de interruptores automáticos diferenciales de la sensibilidad adecuada, reflejado en el MIE BT 021.

## EQUIPOS ELÉCTRICOS

Los cables van a ser de cobre, y sus especificaciones son las siguientes:

- 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.

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.

### TUBERÍAS DE P.V.C DE ABASTECIMIENTO Y DE SANEAMIENTO

Las tuberías para el abastecimiento 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 rellenado del tubo a ambos lados, siempre con el mismo material con el que se ha rellenado 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

Mientras que las tuberías de saneamiento 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.

### INSTALACIÓN 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.

### 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 pensará el relleno, que no debe exceder de un espesor de 20 centímetros, hasta obtener una densidad del 95%.

Las 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.

## **4.4 CONDICIONES PARTICULARES**

### **SALA DE MÁQUINAS**

Las salas de máquinas no podrán ser utilizadas para otros fines, ni podrán realizarse en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación. Se prohíbe la localización en la misma de depósitos de combustible y el almacenamiento de los mismos.

La sala de recinto de calderas deberá ser de dimensiones suficientes para que todas las operaciones de mantenimiento, entretenimiento y conservación se puedan efectuar en condiciones de seguridad. Las puertas de entrada se abrirán siempre hacia afuera y tendrán las resistencias al fuego que se fije en las reglamentaciones específicas. En todos los casos, las salidas serán de fácil acceso. Las paredes, suelo y techo no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándose en caso necesario.

La iluminación de la sala de máquinas será suficiente para realizar con comodidad los trabajos de conducción e inspección de los equipos y elementos situados en ellas.

Toda la sala de máquinas deberá estar totalmente libre de polvo, gases o vapores inflamables. Así mismo estará perfectamente ventilada, con llegada continua de aire tanto para su renovación como para la combustión.

En lugar fácilmente visible de la sala o recinto de calderas, se colocará un cuadro con las instrucciones para casos de emergencia, así como un manual de funcionamiento de las calderas allí instaladas.

### EVACUACIÓN DE HUMOS. CHIMENEA

Los materiales con los que se construyen los conductos de humos para la evacuación al exterior de los productos de la combustión de los generadores de calor, cumplirán lo indicado en la norma UNE 123001.

Las chimeneas modulares metálicas cumplirán lo prescrito en la normativa sobre homologación que les afecta.

El conducto de humos será estanco y de material resistente a los humos y a la temperatura. Los conductos de humos no podrán ser utilizados para otros usos. Las bocas de las chimeneas estarán situadas por lo menos a un metro por encima de las cubreras de los tejados, muros o cualquier otro obstáculo o estructura distante menos de 10 metros.

Las bocas de las chimeneas situadas a distancias comprendidas entre 10 y 50 metros de cualquier construcción deberán estar a nivel no inferior al borde superior del hueco más alto que tenga la construcción más próxima. Estas distancias se tomarán sobre el plano horizontal que contiene la salida de humos libre de caperuzas, reducción y otros accesorios o remates que pudiese llevar.

Los conductos de unión del tubo de humos a la caldera estarán colocados de manera que sean fácilmente desconectables de esta, y preferentemente metálicos. La unión estará soportada rígidamente y las uniones entre diversos trozos de ella, aseguradas mecánicamente, siendo además estancas.

### TUBERIAS Y ACCESORIOS

Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes, en relación con el uso al que vayan a ser destinadas. Serán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.



La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto. En ningún caso se debilitará un elemento estructural para poder colocar una tubería, sin autorización expresa del director da obra de edificación.

Cuando la instalación esté formada por varios circuitos parciales, cada uno de ellos se equipará del suficiente número de válvulas de regulación y corte para poderlo equilibrar y aislar sin que afecte al servicio del resto.

En los tramos curvos, las tuberías no presentarán garrotas ni otros defectos análogos, aplastamientos ni otras deformaciones en su sección transversal. Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de las tuberías o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. El intradós de las tuberías hasta 50 mm se podrá hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

Cuando se den pendientes las tuberías irán colocadas de tal manera que no se formen en ellas bolsas de aire. Cuando debido a las características de la obra fuera necesario reducir la pendiente, se utilizarán diámetros de tuberías inmediatamente superiores a lo necesario.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, y con preferencia en el sentido de circulación del fluido.

### TUBERIAS PREAISLADAS

Las tuberías preaisladas estarán compuestas por una tubería de servicio de acero, una espuma rígida de poliuretano (PUR, en la que se utiliza el ciclo pentano como agente de expansión) y por un robusto envolvente de polietileno de alta densidad (PEAD).

El aislamiento térmico será de espuma de poliuretano (espuma PUR), presentando unas propiedades de aislamiento extremadamente altas. El poliuretano tiene un valor lambda de 0,022 a -20°C y de 0,027 a +50°C.

La espuma de poliuretano se produce a partir de poliol e isocianato, es homogénea con un tamaño medio de celda de 0,5 mm como máximo y conforme a los requisitos funcionales de la norma EN 253. Y presenta las siguientes características principales:

- Densidad: 45 - 60 kg/m<sup>2</sup>.
- Absorción de agua cuando se hierve: ≤ 10% (Vol).
- Conductividad térmica de funcionamiento: < 0,028 W/m°C.
  
- Máxima temperatura de funcionamiento: 140 °C.

La tubería debe incorporar dos hilos de cobre que junto con la unidad analógica o digital conforman el sistema de detección de fugas. Este sistema permite la detección de humedad en el aislamiento, tanto por rotura de la tubería de servicio como del envolvente, con un margen de error de +- 2%.

### VÁLVULAS

Todo tipo de válvula deberá cumplir los requisitos de las normas correspondientes. El fabricante deberá suministrar la pérdida de presión a obturador abierto (o el CV) y la hermeticidad a obturador cerrado a presión diferencial máxima.

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm. En cualquier caso, permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente. Serán estancas, interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición cerrada y abierta, a una presión hidráulica igual a vez y media de la de trabajo, con un mínimo de 600 KPa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Se dispondrá de las válvulas necesarias para poder aislar todo equipo o aparato de la instalación para su reparación o sustitución.

Todas las válvulas serán fácilmente accesibles.

### CALDERA

deberá estar construida para poder ser equipada con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión. La caldera dispondrá de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar las llamas.

Se podrán realizar con facilidad e in situ las operaciones de mantenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrá, siempre que el tamaño de la caldera lo permita, de los registros para limpieza necesarios.

Estará colocada en su posición definitiva sobre una base incombustible y que no se altere a la temperatura que normalmente vaya a soportar. No deberá ir colocada directamente sobre la tierra, sino sobre una cimentación adecuada.

La caldera estará sometida a la reglamentación vigente en materia de aparatos a presión.

El fabricante de la caldera deberá suministrar como mínimo, los siguientes datos:

- Información sobre potencia y rendimiento requerido por el Real Decreto 275/1995, del 24 de febrero por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.
  
- Condiciones de utilización de la caldera y condiciones nominales de salida de fluido portador.
- Características del fluido portador.
- Capacidad óptima de combustibles del hogar en las calderas de carbón.
- Contenido de fluido portador de la caldera.
- Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por la caldera.

- Dimensiones exteriores máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación (salida de humos, salida y entrada del fluido portador etc.,)
- Dimensiones de la bancada.
- Pesos en transporte y en funcionamiento.
- Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.

## SUBESTACIONES

Las subestaciones transferencia de calor son unos dispositivos compactos para la climatización indirecta de edificios. Tienen incorporado un intercambiador de placas de acero inoxidable soldadas, que hace que el intercambio de calor sea el realmente necesario en la instalación cliente. El sistema del edificio cliente queda separado hidráulicamente de la red, de forma que problemas puntuales no afecten al funcionamiento general.

Los componentes de la estación de transferencia estarán totalmente montados y cableados con los elementos de control, realizando los ajustes necesarios para la transferencia de calor en función de la temperatura de la red, la temperatura exterior y las especificaciones del cliente.

Deberán estar provistos de una tapa desmontable aislante que asegure que todos los componentes estén completamente aislados y sean fácilmente accesibles para cualquier tipo de trabajo y mantenimiento.

Las subestaciones tendrán una configuración que facilite la realización de los trabajos de mantenimiento o sustitución de componentes. Estarán monitorizadas y conectadas al sistema general de gestión y control centralizado.

Estas subestaciones ocupan un espacio de entre 1,5 e 3 metros de largo por 1,5 de ancho y 2 de altura, debiendo estar situadas en una habitación con acceso para el personal de mantenimiento. Esta habitación no necesita cumplir ninguna normativa específica, ya que en ella no se manipula ningún tipo de combustible.

## **4.5 CONTROL DE CALIDAD**

### CONTROL DE LOS COMPONENTES DE HORMIGÓN

El hormigón es un material que está compuesto por otros muchos elementos, por lo que es necesario hacer un análisis del hormigón como tal, pero también, de los distintos componentes que tiene el hormigón. Este control se va a realizar, antes de echar hormigón y durante el hormigonado. Por lo que vamos a analizar los distintos componentes por separado:

- 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. Que son:
  - 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.

Durante el hormigonado de las obras se realizan una serie de controles:

- Pérdida al fuego.
  - Residuo insoluble.
  - Finura de molido.
  - Principio y fin de fraguado.
  - Resistencia a flexión, tracción y compresión
- 
- 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.
  - Áridos finos (arenas): los estudios de control que se van a realizar son:
    - 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

#### CRITERIOS DE RECHAZO DE 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.

### CONTROL 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. Los controles a realizar, sobre la resistencia del hormigón, se adaptarán a lo especificado en los Art. 85-90 de la EHE.
- 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).

### CONTROL DEL ACERO

Los controles que se deben llevar a cabo a efectos de este tipo de materiales, son los plasmados en la EHE. Por lo que 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.

## **5. CONDICIONES LEGALES**

### 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 tenga 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.

### 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.

### PAGOS DE LOS IMPUESTOS

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.

### CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se podrá rescindir el contrato cuando se den 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

Otra serie de casos pueden ser:

- 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.

## DISPOSICIÓN FINAL

En todo lo no previsto en este Pliego de Condiciones, formado por los cinco títulos siguientes:

- Título I: Pliego de Condiciones Generales.
- Título II: Pliego de Condiciones de Índole Facultativa.
- Título III: Pliego de Condiciones de Índole Económica-Administrativa.
  
- Título IV: Pliego de Condiciones de Índole Técnica.
- Título V: Pliego de Condiciones de Índole Legal.

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, 22 de junio de 2023.

Fdo. Alejandro Martín Francisco

Alumno





**DOCUMENTO N°4:  
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

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

**PRECIOS UNITARIOS****U01 MANO DE OBRA**

|          |    |                                |        |       |          |
|----------|----|--------------------------------|--------|-------|----------|
| U01AA007 | Hr | Oficial primera                | 457,42 | 16,17 | 7.396,48 |
| U01AA008 | Hr | Oficial segunda                | 55,30  | 15,34 | 848,30   |
| U01AA009 | Hr | Ayudante                       | 26,08  | 14,85 | 387,29   |
| U01AA010 | Hr | Peón especializado             | 30,05  | 14,56 | 437,53   |
| U01AA011 | Hr | Peón suelto                    | 600,47 | 14,41 | 8.652,80 |
| U01AA015 | Hr | Maquinista o conductor         | 88,53  | 14,80 | 1.310,20 |
| U01FA103 | Hr | Oficial 1ª encofrador          | 160,48 | 22,30 | 3.578,70 |
| U01FA105 | Hr | Ayudante encofrador            | 160,48 | 18,90 | 3.033,07 |
| U01FA201 | Hr | Oficial 1ª ferralla            | 20,00  | 18,00 | 360,00   |
| U01FA204 | Hr | Ayudante ferralla              | 20,00  | 16,50 | 330,00   |
| U01FG405 | Hr | Montaje estructura metal.      | 109,62 | 17,20 | 1.885,46 |
| U01FO343 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch | 452,00 | 5,60  | 2.531,20 |
| U01FX001 | Hr | Oficial cerrajería             | 115,68 | 15,90 | 1.839,31 |
| U01FX003 | Hr | Ayudante cerrajería            | 114,58 | 13,80 | 1.581,20 |
| U01FY105 | Hr | Oficial 1ª fontanero           | 2,50   | 15,50 | 38,75    |
| U01FY110 | Hr | Ayudante fontanero             | 1,50   | 13,70 | 20,55    |
| U01FY205 | Hr | Oficial 1ª calefactor          | 167,95 | 15,30 | 2.569,64 |
| U01FY208 | Hr | Ayudante calefacción           | 167,95 | 13,60 | 2.284,12 |
| U01FY220 | Hr | Cuadrilla calefacción          | 1,50   | 28,90 | 43,35    |
| U01FY630 | Hr | Oficial primera electricista   | 52,90  | 16,50 | 872,85   |
| U01FY635 | Hr | Ayudante electricista          | 30,20  | 13,90 | 419,78   |

**U02 MAQUINARIA**

|          |    |                                  |          |        |          |
|----------|----|----------------------------------|----------|--------|----------|
| U02AK001 | Hr | Martillo compresor 2.000 l/min   | 4,00     | 4,00   | 16,00    |
| U02FF020 | Hr | Bulldozer de 150 C.V. con Ripper | 72,00    | 30,00  | 2.160,00 |
| U02FK001 | Hr | Retroexcavadora                  | 12,18    | 28,00  | 341,01   |
| U02FK005 | Hr | Retro-Pala excavadora            | 4,35     | 30,00  | 130,44   |
| U02FP001 | Hr | Apisonadora manual               | 9,79     | 24,40  | 238,92   |
| U02LA201 | Hr | Hormigonera 250 l.               | 0,69     | 1,30   | 0,89     |
| U02OD020 | Hr | Autogrúa grande                  | 6,56     | 163,00 | 1.069,28 |
| U02SW001 | Lt | Gasóleo A                        | 2.479,04 | 1,06   | 2.627,78 |
| U02SW005 | Ud | Kilowatio                        | 2,40     | 0,14   | 0,34     |

**U04 ÁRIDOS, CONGLOM., ADITIVOS Y VARIOS**

|          |    |                                  |        |        |           |
|----------|----|----------------------------------|--------|--------|-----------|
| U04AA001 | M3 | Arena de río (0-5mm)             | 0,08   | 24,50  | 1,94      |
| U04AA101 | Tm | Arena de río (0-5mm)             | 0,86   | 16,33  | 14,01     |
| U04AF150 | Tm | Garbancillo 20/40 mm.            | 1,72   | 31,10  | 53,37     |
| U04CA001 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 0,53   | 108,20 | 57,24     |
| U04MA410 | M3 | Hormigón R-175/P/40 central      | 108,74 | 88,99  | 9.676,77  |
| U04MA513 | M3 | Hormigón HM-20/P/40/ Ila central | 16,74  | 96,60  | 1.617,08  |
| U04MA723 | M3 | Hormigón HA-25/P/20/ Ila central | 280,00 | 99,06  | 27.736,80 |
| U04MA724 | M3 | Hormigón HA-25/B/20/ Ila central | 34,85  | 99,86  | 3.480,12  |
| U04MA733 | M3 | Hormigón HA-25/P/40/ Ila central | 5,60   | 99,07  | 554,79    |
| U04MX001 | M3 | Bombeado hormigón 56 a 75 M3     | 149,19 | 14,00  | 2.088,66  |
| U04MX100 | Ud | Despl.y Mont. camión bomba       | 0,75   | 131,40 | 98,02     |
| U04PQ001 | Lt | Sika Parement                    | 32,10  | 1,72   | 55,21     |
| U04PY001 | M3 | Agua                             | 8,39   | 1,44   | 12,08     |

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

**PRECIOS UNITARIOS****U05 RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO**

|          |    |                              |       |        |           |
|----------|----|------------------------------|-------|--------|-----------|
| U05AA004 | MI | Tubo horm. centrif. 25 cm.   | 16,00 | 7,40   | 118,40    |
| U05DA070 | Ud | Tapa H-A y cerco met 70x70x6 | 3,00  | 11,45  | 34,35     |
| U05DA508 | Ud | Colector JIMTEN d=315        | 85,00 | 147,67 | 12.551,95 |

**U06 ACERO PARA ARMAR Y TALLER**

|          |    |                                   |          |      |          |
|----------|----|-----------------------------------|----------|------|----------|
| U06AA001 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.              | 98,18    | 1,13 | 110,94   |
| U06DA010 | Kg | Puntas plana 20x100               | 4,01     | 1,47 | 5,90     |
| U06FA030 | Kg | Varilla lisa de 16 mm.            | 83,38    | 0,72 | 60,03    |
| U06GA001 | Kg | Acero corrugado B 400-S           | 0,00     | 0,68 | 0,00     |
| U06HA010 | M2 | Mallazo electrosoldado 15x15 d=5  | 2.400,00 | 1,51 | 3.624,00 |
| U06HA025 | M2 | Mallazo electrosoldado 15x15 d=10 | 480,00   | 6,31 | 3.028,80 |
| U06JA001 | Kg | Acero laminado S275J0             | 5.481,00 | 1,02 | 5.590,62 |
| U06QH025 | Kg | Chapón cortado a medida de 30 mm  | 844,80   | 0,75 | 633,60   |
| U06XK110 | M2 | Encofrado panel met. 5/10 m2.     | 441,32   | 7,38 | 3.256,94 |

**U07 MADERA PARA ENCOFRAR Y CUBRIR**

|          |    |                             |      |        |        |
|----------|----|-----------------------------|------|--------|--------|
| U07AI001 | M3 | Madera pino encofrar 26 mm. | 2,01 | 136,00 | 272,82 |
|----------|----|-----------------------------|------|--------|--------|

**U08 PREFABRICADOS PARA ESTRUCTURAS**

|          |    |                               |        |       |          |
|----------|----|-------------------------------|--------|-------|----------|
| U08JG010 | M2 | Panel cerram. 20 cm. ar.norm. | 164,00 | 35,00 | 5.740,00 |
|----------|----|-------------------------------|--------|-------|----------|

**U10 MAT. CERÁMICO Y PREF. ALBAÑILERÍA**

|          |    |                           |        |      |       |
|----------|----|---------------------------|--------|------|-------|
| U10DA001 | Ud | Ladrillo cerámico 24x12x7 | 360,00 | 0,11 | 39,60 |
|----------|----|---------------------------|--------|------|-------|

**U12 MATERIAL DE CUBIERTA**

|          |    |                                 |          |       |           |
|----------|----|---------------------------------|----------|-------|-----------|
| U12CZ015 | Ud | Torn.autorrosicante 6,3x120     | 1.130,00 | 0,18  | 203,40    |
| U12NC520 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm   | 226,00   | 3,47  | 784,22    |
| U12NC540 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm   | 90,40    | 6,90  | 623,76    |
| U12NK050 | M2 | Panel lac/lac. 50mm Aceralia T. | 456,52   | 38,65 | 17.644,50 |
| U12QC005 | MI | Baj.acer.prelac.d=100 mm. IMS   | 20,80    | 5,68  | 118,14    |
| U12QC400 | Ud | Codo acer.prelac. v.diám. IMS   | 3,00     | 3,61  | 10,83     |
| U12QC501 | Ud | Abrazad.chapa prelac. IMS       | 10,00    | 1,18  | 11,80     |
| U12QI105 | MI | Canal.acer.prelac. 150x150 mm   | 83,20    | 8,93  | 742,98    |
| U12QI311 | Ud | Soport.c/tir.prel. p/c.cuadr.   | 168,00   | 2,67  | 448,56    |

**U14 FALSOS TECHOS**

|          |    |                                |       |       |          |
|----------|----|--------------------------------|-------|-------|----------|
| U14NA520 | MI | Panel sandwich 600x500mm. esp. | 44,09 | 75,73 | 3.338,78 |
| U14NA970 | Ud | Pieza fijación lama LUXALON    | 44,09 | 1,20  | 52,91    |

| Código                                          | Ud. | Descripción                          | Cantidad | Precio | Importe   |
|-------------------------------------------------|-----|--------------------------------------|----------|--------|-----------|
| <b>PRECIOS UNITARIOS</b>                        |     |                                      |          |        |           |
| <b>U22 CERRAJERÍA</b>                           |     |                                      |          |        |           |
| U22AA305                                        | M2  | Puerta basic. contrapeso ROPER       | 108,00   | 56,44  | 6.095,52  |
| U22AA331                                        | Ud  | Equipo electromecánico ROPER         | 21,60    | 950,80 | 20.537,28 |
| U22XN126                                        | Ud  | Emisor a distancia monocanal         | 21,60    | 25,00  | 540,00    |
| <b>U24 FONTANERÍA I : TUB. ABASTECIMIENTO</b>   |     |                                      |          |        |           |
| U24AA007                                        | Ud  | Contador de agua de 2 1/2"           | 1,00     | 466,50 | 466,50    |
| U24HD023                                        | Ud  | Codo acero galv. 90° 2 1/2"          | 1,00     | 29,81  | 29,81     |
| U24PA014                                        | MI  | Tub. polietileno 10 Atm 75 mm        | 8,00     | 4,60   | 36,80     |
| U24PD107                                        | Ud  | Enlace recto polietileno 75 mm       | 7,00     | 10,35  | 72,45     |
| U24ZX001                                        | Ud  | Collarín de toma de fundición        | 1,00     | 11,60  | 11,60     |
| <b>U26 FONTANERÍA III :VÁLV., GRIFER., ACC.</b> |     |                                      |          |        |           |
| U26AD007                                        | Ud  | Válvula antirretorno 2 1/2"          | 1,00     | 27,52  | 27,52     |
| U26AR008                                        | Ud  | Llave de esfera 2 1/2"               | 2,00     | 32,76  | 65,52     |
| U26GX001                                        | Ud  | Grifo latón rosca 1/2"               | 1,00     | 5,92   | 5,92      |
| <b>U28 CALEFACCIÓN I : TUB., ACCES.Y VÁLV.</b>  |     |                                      |          |        |           |
| U28AJ265                                        | MI  | Coquilla aislante 54/9 mm.           | 3.359,00 | 0,68   | 2.284,12  |
| U28AK104                                        | MI  | Tubería polietileno 60-10 AT         | 3.359,00 | 3,03   | 10.177,77 |
| <b>U29 CALEFACCIÓN II : ELEMENT. RADIANTES</b>  |     |                                      |          |        |           |
| U29ZJ119                                        | Ud  | Chimen.Chimetal inox/inox D200-1m.   | 6,42     | 61,39  | 394,12    |
| U29ZJ329                                        | Ud  | Te 45°c/tapa Chimetal inox/inox D250 | 0,48     | 140,49 | 67,44     |
| U29ZJ338                                        | Ud  | Caper. plana Chimetal inox/inox D200 | 0,48     | 22,17  | 10,64     |
| U29ZJ905                                        | Ud  | Abrazadera universal                 | 7,50     | 8,14   | 61,05     |
| <b>U30 ELECTRICIDAD</b>                         |     |                                      |          |        |           |
| U30CB001                                        | Ud  | Caja protecci. 40A(I+N)+F            | 1,00     | 41,97  | 41,97     |
| U30GA001                                        | MI  | Conductor cobre desnudo 35mm2        | 100,00   | 4,02   | 402,00    |
| U30GA010                                        | Ud  | Pica de tierra 2000/14,3 i/bri       | 100,00   | 13,60  | 1.360,00  |
| U30IA015                                        | Ud  | Diferencial 40A/2p/30mA              | 2,40     | 45,16  | 108,38    |
| U30IA025                                        | Ud  | Diferencial 63A/4p/30mA              | 0,80     | 479,46 | 383,57    |
| U30IA035                                        | Ud  | PIA 5-10-15-20-25 A (I+N)            | 28,00    | 16,91  | 473,48    |
| U30IA047                                        | Ud  | PIA III+N 40A,S253NC40 ABB           | 0,80     | 109,62 | 87,70     |
| U30IG501                                        | Ud  | Reloj-hor.15A/220V reser.cuerd.      | 0,80     | 64,20  | 51,36     |
| U30IM001                                        | Ud  | Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan.      | 0,80     | 124,30 | 99,44     |
| U30IM101                                        | Ud  | Contacto 40A/2 polos/220V            | 0,80     | 52,92  | 42,34     |
| U30JA015                                        | MI  | Conductor 0,6/1Kv 2x4 (Cu)           | 60,00    | 1,37   | 82,20     |
| U30JW002                                        | MI  | Conductor rígido 750V;2,5(Cu)        | 320,00   | 0,51   | 163,20    |
| U30JW120                                        | MI  | Tubo PVC corrugado M 20/gp5          | 140,00   | 0,56   | 78,40     |
| U30JW900                                        | Ud  | p.p. cajas, regletas y peq. material | 66,00    | 0,38   | 25,08     |
| U30KA062                                        | Ud  | Marco simple JUNG-AS 581             | 10,00    | 1,11   | 11,10     |
| U30OC003                                        | Ud  | Base enchufe "Schuko" JUNG-A 521     | 10,00    | 4,41   | 44,10     |

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Importe |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

## PRECIOS UNITARIOS

### U31 ILUMINACIÓN

|          |    |                                  |       |        |          |
|----------|----|----------------------------------|-------|--------|----------|
| U31AO035 | Ud | Bloq.aut.emer. DAISALUX NOVA N11 | 10,00 | 101,93 | 1.019,30 |
| U31AO050 | Ud | Cjto. etiquetas y peq. material  | 10,00 | 3,18   | 31,80    |
| U31NH040 | Ud | Pantalla estanca 1x58 w          | 22,00 | 27,42  | 603,24   |
| U31XG505 | Ud | Lampara fluorescente TRIF.58W    | 22,00 | 4,70   | 103,40   |

### U35 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

|          |    |                               |      |        |        |
|----------|----|-------------------------------|------|--------|--------|
| U35AA310 | Ud | Extint.nieve carbónica 5 Kg.  | 1,00 | 107,82 | 107,82 |
| U35AA315 | Ud | Ext.nieve carbóni.10Kg.carro  | 1,00 | 224,78 | 224,78 |
| U35MA005 | Ud | Placa señaliz.plástic.297x210 | 2,00 | 10,04  | 20,08  |
| U35MC005 | Ud | Pla.salida emer.297x148       | 2,00 | 8,20   | 16,40  |

### U36 PINTURAS

|          |    |                     |       |      |        |
|----------|----|---------------------|-------|------|--------|
| U36IA010 | Lt | Minio electrolítico | 54,81 | 9,70 | 531,66 |
|----------|----|---------------------|-------|------|--------|

### U42 SEGURIDAD Y SALUD

|          |    |                                |      |       |        |
|----------|----|--------------------------------|------|-------|--------|
| U42EA001 | Ud | Casco de seguridad homologado  | 4,00 | 3,05  | 12,20  |
| U42EC001 | Ud | Mono de trabajo.               | 4,00 | 13,84 | 55,36  |
| U42EC050 | Ud | Peto reflectante BUT./amar.    | 4,00 | 18,93 | 75,72  |
| U42ED110 | Ud | Protectores auditivos verst.   | 4,00 | 18,50 | 74,00  |
| U42EE014 | Ud | Par guantes piel vacuno        | 4,00 | 9,82  | 39,28  |
| U42EG007 | Ud | Par de botas agua de seguridad | 4,00 | 24,10 | 96,40  |
| U42IA001 | Hr | Comite de segurid.e higiene    | 2,00 | 56,57 | 113,14 |
| U42IA020 | Hr | Formacion segurid.e higiene    | 2,00 | 12,55 | 25,10  |

### U50 CONTROL DE CALIDAD

|          |    |                                          |      |        |        |
|----------|----|------------------------------------------|------|--------|--------|
| U50EB010 | Ud | Toma de muestra de hormigón fresco, 4 p. | 2,00 | 51,00  | 102,00 |
| U50EB040 | Ud | Estudio teórico dosificación             | 1,00 | 550,00 | 550,00 |
| U50EB320 | Ud | Ensayo dob-desdoblado acero              | 9,00 | 15,00  | 135,00 |

### Z99 OTROS PRECIOS

|          |    |                            |           |          |           |
|----------|----|----------------------------|-----------|----------|-----------|
| D04AP405 | M2 | MALLAZO 20x20 cm. D=10 mm. | 306,82    | 7,92     | 2.430,01  |
| FY567N   |    | Silo de biomasa            | 45.549,00 | 1,03     | 46.915,47 |
| URFY445F | Hr | Oficial 1º de Fontanería   | 1,00      | 15,70    | 15,70     |
| URFY446F | Hr | Ayudante de Fontanería     | 1,00      | 13,80    | 13,80     |
| URFY447F | Hr | Encargado de la grua       | 1,00      | 45,67    | 45,67     |
| URFY448F | Ud | Grua                       | 1,00      | 100,34   | 100,34    |
| URFY449F | Ud | Depósito 20.000 L          | 1,00      | 5.250,00 | 5.250,00  |
| WW333    |    | Gestión de residuos        | 1,05      | 423,54   | 444,72    |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO C-01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

#### A03CD005 Hr BULLDOZER DE 150 CV.

Hr. Bulldozer equipado con ripper, con una potencia de 150 C.V. (123 Kw), de la casa Caterpillar ó similar, con un peso en la operación de 12.188 Kg, ejerciendo una presión sobre el suelo de 0,273 Kg/cm<sup>2</sup>, con hoja Bulldozer en forma de media U, radiador de diseño modular, frenos y embrages de dirección de discos múltiples refrigerados por aceite, bastidor de rodillos unido al tractor mediante eje pivotante y barra estabilizadora con pasadores para la eliminación de tensiones diagonales i/ colocación y retirada de la máquina del recinto de la obra.

|                                |        |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|--------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U02FF020                       | 1,000  | Hr | Bulldozer de 150 C.V. con Ripper | 30,00 | 30,00        |
| U%10                           | 0,300  | %  | Amortización y otros gastos      | 10,00 | 3,00         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor           | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 31,000 | Lt | Gasóleo A                        | 1,06  | 32,86        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                  |       | <b>80,66</b> |

#### A03CF005 Hr RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV

Hr. Retroexcavadora sobre neumáticos con una potencia de 117 CV (159Kw), con una cuchara de balancín medio de capacidad 1.000 lts y un peso total de 3.880 Kg de la casa Akerman ó similar, alcance máximo 9,5 mts, altura máxima de descarga 8,8 mts., profundidad máxima de excavación vertical en ángulo de 45° de 0,5 mts, profundidad máxima de excavación vertical 4,2 mts, fuerza de arranque en los dientes de la cuchara 149 Kn, fuerza de penetración en los dientes de la cuchara 81 Kn., longitud de transporte 9 mts, altura mínima de transporte 3,25 mts, longitud de brazo 5,25 mts, i/ colocación y retirada del lugar de las obras.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02FK001                       | 1,000  | Hr | Retroexcavadora             | 28,00 | 28,00        |
| U%10                           | 0,280  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 2,80         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 16,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 16,96        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>62,56</b> |

#### A03CF010 Hr RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV

Hr. Retropla excavadora sobre neumáticos con una potencia de 102 CV (70Kw) y una capacidad de cazo de 1.020 Lts, con un peso total de 7.450 Kg, de la casa FAI ó similar, con una capacidad de elevación a máxima altura de 3.100 Kg, una fuerza de arranque de 6.800 kg, anchura de cazo 2.150 mm, profundidad máxima de excavación standard 4.100 mm, altura de vuelco 3.130 mm, máxima altura de excavación 5.100 mm, fuerza de arranque en cazo de 4.500 Kg, motor Perkins de 4 cilindros con transmisión a las cuatro ruedas, i/ colocación y retirada del lugar de las obras.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02FK005                       | 1,000  | Hr | Retro-Pala excavadora       | 30,00 | 30,00        |
| U%10                           | 0,300  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 3,00         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 12,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 12,72        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>60,52</b> |



| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO C-02 RED DE SANEAMIENTO

#### A02AA510

#### M3 HORMIGÓN H-200/40 elab. obra

M3. Hormigón en masa de resistencia H-200 según EH-91, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm. confeccionado con hormigonera de 250 l., para vibrar y consistencia plástica.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 1,780 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 25,65         |
| U04CA001                       | 0,365 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 39,49         |
| U04AA101                       | 0,660 | Tm | Arena de río (0-5mm)             | 16,33  | 10,78         |
| U04AF150                       | 1,320 | Tm | Garbancillo 20/40 mm.            | 31,10  | 41,05         |
| U04PY001                       | 0,160 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,23          |
| A03LA005                       | 0,500 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,96          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>118,16</b> |

#### A03LA005

#### Hr HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.

Hr. Hormigonera eléctrica de 250 Lts con un motor eléctrico de 3CV, con bastidor y cabina de acero, pala mezcladoras, adecuadas para asegurar una mezcla rápida y homogénea, mecanismos protegidos herméticamente, con un peso en vacío de 290Kg y un rendimiento aproximado de 3,4m<sup>3</sup>.

|                                |       |    |                             |       |             |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|-------------|
| U02LA201                       | 1,000 | Hr | Hormigonera 250 l.          | 1,30  | 1,30        |
| U%10                           | 0,013 | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 0,13        |
| U02SW005                       | 3,500 | Ud | Kilowatio                   | 0,14  | 0,49        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                             |       | <b>1,92</b> |

#### A01JF002

#### M3 MORTERO CEMENTO 1/2

M3. Mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río de dosificación 1/2 confeccionado con hormigonera de 250 l.

|                                |       |    |                                  |        |               |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 1,820 | Hr | Peón suelto                      | 14,41  | 26,23         |
| U04CA001                       | 0,600 | Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 64,92         |
| U04AA001                       | 0,880 | M3 | Arena de río (0-5mm)             | 24,50  | 21,56         |
| U04PY001                       | 0,265 | M3 | Agua                             | 1,44   | 0,38          |
| A03LA005                       | 0,400 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.     | 1,92   | 0,77          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |        | <b>113,86</b> |

#### D02HF100

#### M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F

M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,300 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 4,32         |
| A03CF010                       | 0,100 | Hr | RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV | 60,52 | 6,05         |
| %CI                            | 0,104 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,31         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>10,68</b> |

#### A03CF010

#### Hr RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV

Hr. Retropla excavadora sobre neumáticos con una potencia de 102 CV (70Kw) y una capacidad de cazo de 1.020 Lts, con un peso total de 7.450 Kg, de la casa FAI ó similar, con una capacidad de elevación a máxima altura de 3.100 Kg, una fuerza de arranque de 6.800 kg, anchura de cazo 2.150 mm, profundidad máxima de excavación standard 4.100 mm, altura de vuelco 3.130 mm, máxima altura de excavación 5.100 mm, fuerza de arranque en cazo de 4.500 Kg, motor Perkins de 4 cilindros con transmisión a las cuatro ruedas, i/ colocación y retirada del lugar de las obras.

|                                |        |    |                             |       |              |
|--------------------------------|--------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U02FK005                       | 1,000  | Hr | Retro-Pala excavadora       | 30,00 | 30,00        |
| U%10                           | 0,300  | %  | Amortización y otros gastos | 10,00 | 3,00         |
| U01AA015                       | 1,000  | Hr | Maquinista o conductor      | 14,80 | 14,80        |
| U02SW001                       | 12,000 | Lt | Gasóleo A                   | 1,06  | 12,72        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                             |       | <b>60,52</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### D02HF300

### M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.D

M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia dura, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,550 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 7,93         |
| A03CF010                       | 0,180 | Hr | RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV | 60,52 | 10,89        |
| %CI                            | 0,188 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,56         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>19,38</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO C-03 CIMENTACIONES

#### A02FA513

#### M3 HORM. HM-20/P/40/ Ila CENTRAL

M3. Hormigón en masa de resistencia 20/P/40/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA513                       | 1,000 | M3 | Hormigón HM-20/P/40/ Ila central | 96,60 | 96,60        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>96,60</b> |

#### A02FA427

#### M3 HORMIGÓN R-175/P/40 CENTRAL

M3. Hormigón en masa de resistencia 17,5 Nmm2 con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm., de central, para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas.

|                                |       |    |                             |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|--------------|
| U04MA410                       | 1,000 | M3 | Hormigón R-175/P/40 central | 88,99 | 88,99        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                             |       | <b>88,99</b> |

#### A02FA724

#### M3 HORM. HA-25/B/20/ Ila CENTRAL

M3. Hormigón para armar de resistencia 25/P/20/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R arena de río y árido rodado tamaño máximo 20 mm., de central para vibrar y consistencia blanda, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA724                       | 1,000 | M3 | Hormigón HA-25/B/20/ Ila central | 99,86 | 99,86        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>99,86</b> |

#### A02FA733

#### M3 HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL

M3. Hormigón para armar de resistencia 25/P/40/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA733                       | 1,000 | M3 | Hormigón HA-25/P/40/ Ila central | 99,07 | 99,07        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>99,07</b> |

#### D04PH010

#### M2 MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=5

M2. Malla electrodoado haciendo cuadrícula de 15x15 cm. d=5 mm, con acero corrugado B 500 T, incluso p.p. de solapes y alambre de atar, colocado. Según EHE.

|                                |       |    |                                |       |             |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|-------------|
| U01FA201                       | 0,007 | Hr | Oficial 1ª ferralla            | 18,00 | 0,13        |
| U01FA204                       | 0,007 | Hr | Ayudante ferralla              | 16,50 | 0,12        |
| U06AA001                       | 0,015 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.           | 1,13  | 0,02        |
| U06HA010                       | 1,200 | M2 | Mallazo electrodoado 15x15 d=5 | 1,51  | 1,81        |
| %C1                            | 0,021 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 0,06        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>2,14</b> |

#### A02FA723

#### M3 HORM. HA-25/P/20/ Ila CENTRAL

M3. Hormigón para armar de resistencia 25/P/20/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R arena de río y árido rodado tamaño máximo 20 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE.

|                                |       |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|-------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U04MA723                       | 1,000 | M3 | Hormigón HA-25/P/20/ Ila central | 99,06 | 99,06        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                  |       | <b>99,06</b> |

#### D04PH025

#### M2 MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=10

M2. Malla electrodoado haciendo cuadrícula de 15x15 cm. d=10 mm, con acero corrugado B 500 T, incluso p.p. de solapes y alambre de atar, colocado. Según EHE.

|                                |       |    |                                 |       |             |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|-------------|
| U01FA201                       | 0,015 | Hr | Oficial 1ª ferralla             | 18,00 | 0,27        |
| U01FA204                       | 0,015 | Hr | Ayudante ferralla               | 16,50 | 0,25        |
| U06AA001                       | 0,020 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.            | 1,13  | 0,02        |
| U06HA025                       | 1,200 | M2 | Mallazo electrodoado 15x15 d=10 | 6,31  | 7,57        |
| %C1                            | 0,081 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,24        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>8,35</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO C-04 ESTRUCTURA

#### D05AA001

#### Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS

Kg. Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm<sup>2</sup>, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FG405                       | 0,020 | Hr | Montaje estructura metal.    | 17,20 | 0,34        |
| U06JA001                       | 1,000 | Kg | Acero laminado S275J0        | 1,02  | 1,02        |
| U36IA010                       | 0,010 | Lt | Minio electrolítico          | 9,70  | 0,10        |
| %CI                            | 0,015 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,51</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS AUXILIARES**

**CAPÍTULO C-05 CERRAMIENTOS**

|                 |       |           |                                |       |              |
|-----------------|-------|-----------|--------------------------------|-------|--------------|
| <b>U01AA501</b> |       | <b>Hr</b> | <b>Cuadrilla A</b>             |       |              |
| U01AA007        | 1,000 | Hr        | Oficial primera                | 16,17 | 16,17        |
| U01AA009        | 1,000 | Hr        | Ayudante                       | 14,85 | 14,85        |
| U01AA011        | 0,500 | Hr        | Peón suelto                    | 14,41 | 7,21         |
|                 |       |           | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       | <b>38,23</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS AUXILIARES

### CAPÍTULO C-09 CERRAJERÍA

#### D23AE155

#### M2 PUERTA BASC. CONTRAPESO ROPER

M2. Puerta metálica ROPER, sistema basculante de dos hojas equilibrada por contrapesos con forros de protección o cajoneras laterales en chapa galvanizada de espesor 1,2 m/m. Fabricada a base de bastidor formado por tubo rectangular laminado en frio, reforzada y arriostrada por el interior para evitar pandeo a puerta abierta y por presión frontal del viento. Guías laterales U.P.N. laminadas en caliente, poleas de contrapesos en acero, provistas de rodamientos nº 6.204, cabezales regulables +-40 m/m y sistema de total seguridad en sujeción de roldanas laterales. Cierre manual mediante cerrojos de enclavamiento lateral desde el interior. Cerramiento en chapa grecada galvanizada ROPER en módulos de 200 m/m montados a compresión.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,500 | Hr | Oficial cerrajería            | 15,90 | 7,95         |
| U01FX003                       | 0,500 | Hr | Ayudante cerrajería           | 13,80 | 6,90         |
| U22AA305                       | 1,000 | M2 | Puerta basc. contrapeso ROPER | 56,44 | 56,44        |
| %CI                            | 0,713 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 2,14         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>73,43</b> |

#### D23AE301

#### Ud EQUIPO ELECTROMECAÁNICO ROPER

Ud. Equipo electromecánico ROPER, para apertura y cierre automático de puerta de elevar, compuesto de: motorreductor, armario de maniobras, finales de carrera, tracción mecánica, sistema de desbloqueo manual, etc., totalmente instalado.

|                                |       |    |                              |        |                 |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|-----------------|
| U01FX001                       | 0,800 | Hr | Oficial cerrajería           | 15,90  | 12,72           |
| U01FX003                       | 0,800 | Hr | Ayudante cerrajería          | 13,80  | 11,04           |
| U22AA331                       | 1,000 | Ud | Equipo electromecánico ROPER | 950,80 | 950,80          |
| %CI                            | 9,746 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 29,24           |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>1.003,80</b> |

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO C-01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

#### 1.001 D02AA600 M2 RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA

M2. Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| A03CD005                       | 0,020 | Hr | BULLDOZER DE 150 CV.         | 80,66 | 1,61        |
| %CI                            | 0,016 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,05        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>1,66</b> |

**UN euro y SESENTA Y SEIS céntimos**

#### 1.002 D02HF201 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO

M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,240 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 3,46         |
| A03CF005                       | 0,112 | Hr | RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV | 62,56 | 7,01         |
| %CI                            | 0,105 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,32         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>10,79</b> |

**DIEZ euros y SETENTA Y NUEVE céntimos**

#### 1.003 D02HF100 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F

M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 0,300 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 4,32         |
| A03CF010                       | 0,100 | Hr | RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV | 60,52 | 6,05         |
| %CI                            | 0,104 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 0,31         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>10,68</b> |

**DIEZ euros y SESENTA Y OCHO céntimos**

#### 1.004 D02TF100 M3 RELLENO Y COMPAC. C/RAN. S/APORTE

M3. Relleno, extendido y compactado de tierras propias, por medios manuales, con apisonadora manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, i/regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01AA011                       | 1,000 | Hr | Peón suelto                  | 14,41 | 14,41        |
| U04PY001                       | 0,400 | M3 | Agua                         | 1,44  | 0,58         |
| U02FP001                       | 0,480 | Hr | Apisonadora manual           | 24,40 | 11,71        |
| %CI                            | 0,267 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,80         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>27,50</b> |

**VEINTISIETE euros y CINCUENTA céntimos**

### CAPÍTULO C-02 RED DE SANEAMIENTO

#### 2.001 D03DA006 Ud ARQUETA REGISTRO 63x63x80 cm.

Ud. Arqueta de registro de 63x63x80 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm<sup>2</sup> y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.

|                                |         |    |                              |        |               |
|--------------------------------|---------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA007                       | 2,500   | Hr | Oficial primera              | 16,17  | 40,43         |
| U01AA010                       | 1,250   | Hr | Peón especializado           | 14,56  | 18,20         |
| A02AA510                       | 0,150   | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra | 118,16 | 17,72         |
| A01JF002                       | 0,030   | M3 | MORTERO CEMENTO 1/2          | 113,86 | 3,42          |
| U05DA070                       | 1,000   | Ud | Tapa H-A y cerco met 70x70x6 | 11,45  | 11,45         |
| U10DA001                       | 120,000 | Ud | Ladrillo cerámico 24x12x7    | 0,11   | 13,20         |
| %CI                            | 1,044   | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,13          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |         |    |                              |        | <b>107,55</b> |

**CIENTO SIETE euros y CINCUENTA Y CINCO céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 2.002 D03DI001 Ud ACOMET. RED GRAL. SANE. T. F. 8 m.

Ud. Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general, hasta una longitud de 8 m., en terreno flojo, con rotura de pavimento por medio de compresor, excavación mecánica, tubo de hormigón centrifugado D=25 cm., relleno y apisonado de zanja con tierra procedente de la excavación, i/limpieza y transporte de tierras sobrantes a pie de carga, según CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                                 |       |               |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|---------------|
| U01AA007                       | 2,000 | Hr | Oficial primera                 | 16,17 | 32,34         |
| U01AA011                       | 7,600 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 109,52        |
| D02HF100                       | 4,600 | M3 | EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F | 10,68 | 49,13         |
| U02AK001                       | 2,000 | Hr | Martillo compresor 2.000 l/min  | 4,00  | 8,00          |
| U05AA004                       | 8,000 | MI | Tubo horm. centrif. 25 cm.      | 7,40  | 59,20         |
| %CI                            | 2,582 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 7,75          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>265,94</b> |

**DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO euros y NOVENTA Y CUATRO céntimos**

### 2.003 D03DI005 Ud ACOMET. RED GRAL. SANE. T. D. 8 m.

Ud. Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general, hasta una longitud de 8 m., en terreno duro, con rotura de pavimento por medio de compresor, excavación mecánica, tubo de hormigón centrifugado D=25 cm., relleno y apisonado de zanja con tierra procedente de la excavación, i/limpieza y transporte de tierras sobrantes a pie de carga, según CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                                 |       |               |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|---------------|
| U01AA007                       | 2,000 | Hr | Oficial primera                 | 16,17 | 32,34         |
| U01AA011                       | 7,600 | Hr | Peón suelto                     | 14,41 | 109,52        |
| D02HF300                       | 4,600 | M3 | EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.D | 19,38 | 89,15         |
| U02AK001                       | 2,000 | Hr | Martillo compresor 2.000 l/min  | 4,00  | 8,00          |
| U05AA004                       | 8,000 | MI | Tubo horm. centrif. 25 cm.      | 7,40  | 59,20         |
| %CI                            | 2,982 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 8,95          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>307,16</b> |

**TRESCIENTOS SIETE euros y DIECISEIS céntimos**

### 2.004 D03DD107 Ud COLECTOR PVC 160/200 MM.

Ud. Colector de PVC a modo de arquetas o pozos para posterior acople de la red de saneamiento por encolado, formado por cuerpo de tubo de diámetro 315 mm., pieza especial de acoplamiento de tuberías y fondo, todo ello en PVC, JIMTEN S-226/227, de altura 665 mm. con dos bocas de acoplamiento de D=160 mm y otras dos de D=200 mm, con tapa o rejilla de PVC para cierre superior, colocado sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 de 10 cm de espesor incluida, según CTE/DB-HS 5.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA007                       | 0,300 | Hr | Oficial primera              | 16,17  | 4,85          |
| A02AA510                       | 0,010 | M3 | HORMIGÓN H-200/40 elab. obra | 118,16 | 1,18          |
| U05DA508                       | 1,000 | Ud | Colector JIMTEN d=315        | 147,67 | 147,67        |
| %CI                            | 1,537 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 4,61          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>158,31</b> |

**CIENTO CINCUENTA Y OCHO euros y TREINTA Y UNO céntimos**

## CAPÍTULO C-03 CIMENTACIONES

### 3.001 D04AP405 M2 MALLAZO 20x20 cm. D=10 mm.

M2. Mallazo electrosoldado con acero corrugado de D=10 mm. en cuadrícula 20x20 cm., i/cortado, doblado, armado y colocado, y p.p. de mermas y despuntes.

**TOTAL PARTIDA . . . . . 7,92**

**SIETE euros y NOVENTA Y DOS céntimos**

### 3.002 D04AP405 M2 MALLAZO 20x20 cm. D=10 mm.

M2. Mallazo electrosoldado con acero corrugado de D=10 mm. en cuadrícula 20x20 cm., i/cortado, doblado, armado y colocado, y p.p. de mermas y despuntes.

**TOTAL PARTIDA . . . . . 7,92**

**SIETE euros y NOVENTA Y DOS céntimos**



| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 3.003 D04AK020 Ud PLACA CIMENTACIÓN 40x40x3 cm.

Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 40x40x3,0 cm. con cuatro patillas de redondo liso de 16 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 60 cm., soldadas, i/ taladro central, totalmente colocada.

|                                |        |    |                                  |       |              |
|--------------------------------|--------|----|----------------------------------|-------|--------------|
| U01FX001                       | 0,300  | Hr | Oficial cerrajería               | 15,90 | 4,77         |
| U01FX003                       | 0,250  | Hr | Ayudante cerrajería              | 13,80 | 3,45         |
| U01AA007                       | 0,500  | Hr | Oficial primera                  | 16,17 | 8,09         |
| U06QH025                       | 38,400 | Kg | Chapón cortado a medida de 30 mm | 0,75  | 28,80        |
| U06FA030                       | 3,790  | Kg | Varilla lisa de 16 mm.           | 0,72  | 2,73         |
| %CI                            | 0,478  | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00  | 1,43         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                                  |       | <b>49,27</b> |

**CUARENTA Y NUEVE euros y VEINTE SIETE céntimos**

### 3.004 D04CX701 M2 ENCOF. METÁLICO EN MUROS 2 C

M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con paneles metálicos de 5 a 10 m2. de superficie, considerando 20 posturas, i/aplicación de desencofrante.

|                                |       |    |                               |        |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|--------------|
| U01FA103                       | 0,800 | Hr | Oficial 1ª encofrador         | 22,30  | 17,84        |
| U01FA105                       | 0,800 | Hr | Ayudante encofrador           | 18,90  | 15,12        |
| U06XK110                       | 2,200 | M2 | Encofrado panel met. 5/10 m2. | 7,38   | 16,24        |
| U07AI001                       | 0,010 | M3 | Madera pino encofrar 26 mm.   | 136,00 | 1,36         |
| U06AA001                       | 0,300 | Kg | Alambre atar 1,3 mm.          | 1,13   | 0,34         |
| U06DA010                       | 0,020 | Kg | Puntas plana 20x100           | 1,47   | 0,03         |
| U04PQ001                       | 0,160 | Lt | Sika Parement                 | 1,72   | 0,28         |
| %CI                            | 0,512 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00   | 1,54         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>52,75</b> |

**CINCUENTA Y DOS euros y SETENTA Y CINCO céntimos**

### 3.005 D04EF061 M3 HOR. LIMP. HM-20/P/40/ Ila CENT. V. MAN.

M3. Hormigón en masa HM-20/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |       |    |                               |       |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|---------------|
| U01AA011                       | 1,600 | Hr | Peón suelto                   | 14,41 | 23,06         |
| A02FA513                       | 1,000 | M3 | HORM. HM-20/P/40/ Ila CENTRAL | 96,60 | 96,60         |
| %CI                            | 1,197 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 3,59          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>123,25</b> |

**CIENTO VEINTITRES euros y VEINTICINCO céntimos**

### 3.006 D04GC503 M3 HOR. HA-25/B/20/ Ila ZAP. V. B. CENT.

M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 0,450 | Hr | Peón suelto                  | 14,41  | 6,48          |
| U04MX001                       | 1,000 | M3 | Bombeado hormigón 56 a 75 M3 | 14,00  | 14,00         |
| U04MX100                       | 0,005 | Ud | Despl.y Mont. camión bomba   | 131,40 | 0,66          |
| A02FA427                       | 1,000 | M3 | HORMIGÓN R-175/P/40 CENTRAL  | 88,99  | 88,99         |
| %CI                            | 1,101 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,30          |
| %CI                            | 1,101 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,30          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>116,73</b> |

**CIENTO DIECISEIS euros y SETENTA Y TRES céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 3.007 D04GX404 M3 HOR. HA-25/B/20/IIa MUROS V. B. CEN.

M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/IIa N/mm<sup>2</sup>, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central en relleno de muros de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|          |       |    |                              |        |       |
|----------|-------|----|------------------------------|--------|-------|
| U01AA011 | 1,000 | Hr | Peón suelto                  | 14,41  | 14,41 |
| U04MX001 | 1,000 | M3 | Bombeado hormigón 56 a 75 M3 | 14,00  | 14,00 |
| U04MX100 | 0,005 | Ud | Despl.y Mont. camión bomba   | 131,40 | 0,66  |
| A02FA724 | 1,000 | M3 | HORM. HA-25/B/20/IIa CENTRAL | 99,86  | 99,86 |
| %CI      | 1,289 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,87  |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 132,80**

**CIENTO TREINTA Y DOS euros y OCHENTA céntimos**

### 3.008 D04GT404 M3 HOR. HA-25/B/40/IIa LOSA V. B. CEN.

M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/IIa N/mm<sup>2</sup>, con tamaño máximo del árido de 40 mm., consistencia blanda, elaborado en central en relleno en losas de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

|          |       |    |                              |        |       |
|----------|-------|----|------------------------------|--------|-------|
| U01AA011 | 0,800 | Hr | Peón suelto                  | 14,41  | 11,53 |
| U04MX001 | 1,000 | M3 | Bombeado hormigón 56 a 75 M3 | 14,00  | 14,00 |
| U04MX100 | 0,005 | Ud | Despl.y Mont. camión bomba   | 131,40 | 0,66  |
| A02FA733 | 1,000 | M3 | HORM. HA-25/P/40/IIa CENTRAL | 99,07  | 99,07 |
| %CI      | 1,253 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,76  |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 129,02**

**CIENTO VEINTINUEVE euros y DOS céntimos**

### 3.009 D04PM105 M2 SOLERA HA-25 #150\*150\*5 10 CM.

M2. Solera de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm<sup>2</sup>, tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150\*150\*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.

|          |       |    |                              |       |      |
|----------|-------|----|------------------------------|-------|------|
| U01AA007 | 0,150 | Hr | Oficial primera              | 16,17 | 2,43 |
| U01AA011 | 0,150 | Hr | Peón suelto                  | 14,41 | 2,16 |
| D04PH010 | 1,000 | M2 | MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=5  | 2,14  | 2,14 |
| A02FA723 | 0,100 | M3 | HORM. HA-25/P/20/IIa CENTRAL | 99,06 | 9,91 |
| %CI      | 0,166 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,50 |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 17,14**

**DIECISIETE euros y CATORCE céntimos**

### 3.010 D04PM210 M2 SOLERA HA-25 #150\*150\*10 20 CM.

M2. Solera de 20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm<sup>2</sup>, tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150\*150\*10 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.

|          |       |    |                              |       |       |
|----------|-------|----|------------------------------|-------|-------|
| U01AA007 | 0,220 | Hr | Oficial primera              | 16,17 | 3,56  |
| U01AA011 | 0,220 | Hr | Peón suelto                  | 14,41 | 3,17  |
| D04PH025 | 1,000 | M2 | MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=10 | 8,35  | 8,35  |
| A02FA723 | 0,200 | M3 | HORM. HA-25/P/20/IIa CENTRAL | 99,06 | 19,81 |
| %CI      | 0,349 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 1,05  |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 35,94**

**TREINTA Y CINCO euros y NOVENTA Y CUATRO céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO C-04 ESTRUCTURA

#### 4.001 D05GC001 M2 E. MET. PÓRTICOS Y CORREAS L<10 m.

M2. Estructura metálica, realizada por pórticos (soportes y jácenas) y correas de acero laminado, para luces menores de 10 m., totalmente montada, i/dos manos de minio y una de imprimación, según CTE/ DB-SE-A.

|                                |        |    |                              |      |              |
|--------------------------------|--------|----|------------------------------|------|--------------|
| D05AA001                       | 60,900 | Kg | ACERO S275 EN ESTRUCTURAS    | 1,51 | 91,96        |
| %CI                            | 0,920  | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00 | 2,76         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |        |    |                              |      | <b>94,72</b> |

**NOVENTA Y CUATRO euros y SETENTA Y DOS céntimos**

#### 4.002 D05GC718 M2 PANEL CERRAM. 20cm. HORM+AISLAM.

M2. Panel de cerramiento con terminación hormigón de 20 cms. de espesor y 1 m. de anchura, dotado de aislamiento con un coeficiente de transmisión térmica de 0,62, incluso colocación en naves con autogrúa móvil.

|                                |       |    |                               |        |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|--------|--------------|
| U01AA009                       | 0,040 | Hr | Ayudante                      | 14,85  | 0,59         |
| U08JG010                       | 1,000 | M2 | Panel cerram. 20 cm. ar.norm. | 35,00  | 35,00        |
| U02OD020                       | 0,040 | Hr | Autogrúa grande               | 163,00 | 6,52         |
| %CI                            | 0,421 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00   | 1,26         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |        | <b>43,37</b> |

**CUARENTA Y TRES euros y TREINTA Y SIETE céntimos**

### CAPÍTULO C-05 CERRAMIENTOS

#### 5.001 D09GF005 M2 FACH. LUXALÓN PANEL SAND. MODU.

M2. Cerramiento formado por panel sandwich acabado en aluminio, con aislamiento interior de poliuretano, cantos de PVC con junta aislante de neopreno, fijado mediante piezas especiales, i/ replanteo, aplomado, recibido de cercos, colocación de canalizaciones, recibido de cajas, elementos de remate, piezas especiales y limpieza.

|                                |       |    |                                |       |               |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|---------------|
| U01AA501                       | 0,300 | Hr | Cuadrilla A                    | 38,23 | 11,47         |
| U14NA520                       | 1,670 | Ml | Panel sandwich 600x500mm. esp. | 75,73 | 126,47        |
| U14NA970                       | 1,670 | Ud | Pieza fijación lama LUXALON    | 1,20  | 2,00          |
| %CI                            | 1,399 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 4,20          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>144,14</b> |

**CIENTO CUARENTA Y CUATRO euros y CATORCE céntimos**

### CAPÍTULO C-06 REVISTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS

#### 6.001 D13DD400 M2 ACAB. RÚST./RUGOSO/RAYAD. MORT.

M2. Acabado superficial rugoso, rústico o rayado, realizado sobre aplicaciones de mortero de cemento o cal aún no endurecidas, i/limpieza de restos desprendidos de la superficie tratada, con empleo de cualquier tipo de medio auxiliar y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01AA008                       | 0,145 | Hr | Oficial segunda              | 15,34 | 2,22        |
| U01AA011                       | 0,080 | Hr | Peón suelto                  | 14,41 | 1,15        |
| %CI                            | 0,034 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,10        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>3,47</b> |

**TRES euros y CUARENTA Y SIETE céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO C-07 CUBIERTAS

#### 7.001 D08NE151 M2 CUB. PANEL NERV.50 (LAC+AISL+LAC)

M2. Cubierta completa formada por panel de 50 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm., perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado ambas caras y con relleno intermedio de espuma de poliuretano; perfil anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

|                                |       |    |                                 |       |              |
|--------------------------------|-------|----|---------------------------------|-------|--------------|
| U01FO343                       | 1,000 | M2 | M.o.coloc.cub.panel ch+aisl+ch  | 5,60  | 5,60         |
| U12NK050                       | 1,010 | M2 | Panel lac/lac. 50mm Aceralia T. | 38,65 | 39,04        |
| U12CZ015                       | 2,500 | Ud | Torn.autorroscante 6,3x120      | 0,18  | 0,45         |
| U12NC520                       | 0,500 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=333mm   | 3,47  | 1,74         |
| U12NC540                       | 0,200 | MI | Remat.prel. 0,7mm desar=666mm   | 6,90  | 1,38         |
| %CI                            | 0,482 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00  | 1,45         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                 |       | <b>49,66</b> |

**CUARENTA Y NUEVE euros y SESENTA Y SEIS céntimos**

### CAPÍTULO C-08 AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN

#### 8.001 D08QC025 MI BAJANTE ACERO PRELAC. D=100 MM.

MI. Bajante pluvial de 100 mm. de diámetro realizado en chapa de acero prelacado en color, i/recibido de garras atornilladas al soporte, piezas especiales y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01AA008                       | 0,175 | Hr | Oficial segunda               | 15,34 | 2,68         |
| U01AA010                       | 0,175 | Hr | Peón especializado            | 14,56 | 2,55         |
| U12QC005                       | 1,040 | MI | Baj.acer.prelac.d=100 mm. IMS | 5,68  | 5,91         |
| U12QC400                       | 0,150 | Ud | Codo acer.prelac. v.diám. IMS | 3,61  | 0,54         |
| U12QC501                       | 0,500 | Ud | Abrazad.chapa prelac. IMS     | 1,18  | 0,59         |
| %CI                            | 0,123 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 0,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>12,64</b> |

**DOCE euros y SESENTA Y CUATRO céntimos**

#### 8.002 D08QI025 MI CANALÓN ACERO PRELAC. 15x15 CM.

MI. Canalón cuadrado, de 15x15 cm. de sección, conformado en chapa de acero prelacado en color, i/recibido de soportes prelacados, piezas especiales y p.p. de costes indirectos.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01AA008                       | 0,285 | Hr | Oficial segunda               | 15,34 | 4,37         |
| U01AA010                       | 0,285 | Hr | Peón especializado            | 14,56 | 4,15         |
| U12QI105                       | 1,040 | MI | Canal.acer.prelac. 150x150 mm | 8,93  | 9,29         |
| U12QI311                       | 2,100 | Ud | Soport.c/tir.prel. p/c.cuadr. | 2,67  | 5,61         |
| %CI                            | 0,234 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 0,70         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>24,12</b> |

**VEINTICUATRO euros y DOCE céntimos**

### CAPÍTULO C-09 CERRAJERÍA

#### 9.001 D23AE165 M2 PUERTA BASC. AUTOMÁTICA ROPER

M2. Puerta metálica ROPER de sistema basculante, en dos hojas, equilibrada por contrapesos, incluso p.p. de equipo electromecánico para elevación automática compuesto por motoreductor, armario de maniobras, tracción mecánica, con finales de carrera y sistema de desbloqueo manual.

|                                |       |    |                               |          |               |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|----------|---------------|
| U01FX001                       | 0,350 | Hr | Oficial cerrajería            | 15,90    | 5,57          |
| U01FX003                       | 0,350 | Hr | Ayudante cerrajería           | 13,80    | 4,83          |
| D23AE155                       | 1,000 | M2 | PUERTA BASC. CONTRAPESO ROPER | 73,43    | 73,43         |
| D23AE301                       | 0,200 | Ud | EQUIPO ELECTROMECÁNICO ROPER  | 1.003,80 | 200,76        |
| U22XN126                       | 0,200 | Ud | Emisor a distancia monocanal  | 25,00    | 5,00          |
| %CI                            | 2,896 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00     | 8,69          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |          | <b>298,28</b> |

**DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO euros y 28 céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### CAPÍTULO C-10 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DOMÓTICA

#### 10.001 D27GG001 MI TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA

MI. Toma de tierra a estructura en terreno calizo ó de rocas eruptivas para edificios, con cable de cobre desnudo de 1x35 m2 electrodos cobrizados de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud con conexión mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18

|                                |       |    |                                |       |              |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 0,180 | Hr | Oficial primera electricista   | 16,50 | 2,97         |
| U01FY635                       | 0,180 | Hr | Ayudante electricista          | 13,90 | 2,50         |
| U30GA001                       | 1,000 | MI | Conductor cobre desnudo 35mm2  | 4,02  | 4,02         |
| U30GA010                       | 1,000 | Ud | Pica de tierra 2000/14,3 i/bri | 13,60 | 13,60        |
| %CI                            | 0,231 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 0,69         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>23,78</b> |

**VEINTITRES euros y SETENTA Y OCHO céntimos**

#### 10.002 D27CC000 Ud CAJA GRAL. PROTECCIÓN 40A(MONOF.)

Ud. Caja general protección 40A monofásica incluido bases cortacircuitos y fusible calibrado de 40A (I+N)+F para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o interior nicho mural. ITC-BT-13 cumpliran con las UNE-EN 60.439-1, UNE-EN 60.439-3, y grado de proteccion de IP43 e IK08.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01FY630                       | 1,000 | Hr | Oficial primera electricista | 16,50 | 16,50        |
| U01FY635                       | 1,000 | Hr | Ayudante electricista        | 13,90 | 13,90        |
| U30CB001                       | 1,000 | Ud | Caja protecci. 40A(I+N)+F    | 41,97 | 41,97        |
| %CI                            | 0,724 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 2,17         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>74,54</b> |

**SETENTA Y CUATRO euros y CINCUENTA Y CUATRO céntimos**

#### 10.003 D27JL010 MI CIRCUITO ELÉCTR. 2X2,5 mm2. (750v)

MI. Circuito eléctrico para el interior del edificio, realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 2x2,5 mm2., en sistema monofásico, (activo, neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.

|                                |       |    |                                      |       |             |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------|-------|-------------|
| U01FY630                       | 0,130 | Hr | Oficial primera electricista         | 16,50 | 2,15        |
| U01FY635                       | 0,130 | Hr | Ayudante electricista                | 13,90 | 1,81        |
| U30JW120                       | 1,000 | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5          | 0,56  | 0,56        |
| U30JW002                       | 2,000 | MI | Conductor rígido 750V;2,5(Cu)        | 0,51  | 1,02        |
| U30JW900                       | 0,700 | Ud | p.p. cajas, regletas y peq. material | 0,38  | 0,27        |
| %CI                            | 0,058 | %  | Costes indirectos..(s/total)         | 3,00  | 0,17        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                      |       | <b>5,98</b> |

**CINCO euros y NOVENTA Y OCHO céntimos**

#### 10.004 D27JL115 MI CIRCUITO ELÉCTR. 3X4 mm2. (0,6/1Kv)

MI. Circuito eléctrico para el exterior o interior del edificio, realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 06/1Kv y sección 3x4 mm2., en sistema monofásico, (activo, neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.

|                                |       |    |                                      |       |             |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------|-------|-------------|
| U01FY630                       | 0,150 | Hr | Oficial primera electricista         | 16,50 | 2,48        |
| U01FY635                       | 0,150 | Hr | Ayudante electricista                | 13,90 | 2,09        |
| U30JW120                       | 1,000 | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5          | 0,56  | 0,56        |
| U30JA015                       | 1,500 | MI | Conductor 0,6/1Kv 2x4 (Cu)           | 1,37  | 2,06        |
| U30JW900                       | 0,700 | Ud | p.p. cajas, regletas y peq. material | 0,38  | 0,27        |
| %CI                            | 0,075 | %  | Costes indirectos..(s/total)         | 3,00  | 0,23        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                      |       | <b>7,69</b> |

**SIETE euros y SESENTA Y NUEVE céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 10.005 D27OC001 Ud BASE ENCHUFE "SCHUKO" JUNG-AS 500

Ud. Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 2,5 mm<sup>2</sup>., (activo, neutro y protección), incluido caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" de JUNG-A 521, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.

|          |        |    |                                      |       |       |
|----------|--------|----|--------------------------------------|-------|-------|
| U01FY630 | 0,350  | Hr | Oficial primera electricista         | 16,50 | 5,78  |
| U30JW120 | 6,000  | MI | Tubo PVC corrugado M 20/gp5          | 0,56  | 3,36  |
| U30JW900 | 1,000  | Ud | p.p. cajas, regletas y peq. material | 0,38  | 0,38  |
| U30JW002 | 24,000 | MI | Conductor rígido 750V;2,5(Cu)        | 0,51  | 12,24 |
| U30OC003 | 1,000  | Ud | Base enchufe "Schuko" JUNG-A 521     | 4,41  | 4,41  |
| U30KA062 | 1,000  | Ud | Marco simple JUNG-AS 581             | 1,11  | 1,11  |
| %CI      | 0,273  | %  | Costes indirectos..(s/total)         | 3,00  | 0,82  |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 28,10**

**VEINTIOCHO euros y DIEZ céntimos**

### 10.006 D27IH042 Ud CUADRO GENERAL NAVE 500 m2

Ud. Cuadro tipo de distribución, protección y mando para nave industrial para superficie hasta 500 m<sup>2</sup>, con o sin pública concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta, incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 63A/4p/30mA, 3 diferenciales de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 15 PIAS de 10A (I+N); 12 PIAS de 15A (I+N), 8 PIAS de 20A (I+N); contactor de 40A/2p/220V; reloj-horario de 15A/220V. con reserva de cuerda y dispositivo de accionamiento manual ó automatico, totalmente cableado, conexionado y rotulado.

|          |        |    |                                 |        |        |
|----------|--------|----|---------------------------------|--------|--------|
| U01FY630 | 24,000 | Hr | Oficial primera electricista    | 16,50  | 396,00 |
| U30IM001 | 1,000  | Ud | Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan. | 124,30 | 124,30 |
| U30IA047 | 1,000  | Ud | PIA III+N 40A,S253NC40 ABB      | 109,62 | 109,62 |
| U30IA025 | 1,000  | Ud | Diferencial 63A/4p/30mA         | 479,46 | 479,46 |
| U30IA015 | 3,000  | Ud | Diferencial 40A/2p/30mA         | 45,16  | 135,48 |
| U30IA035 | 35,000 | Ud | PIA 5-10-15-20-25 A (I+N)       | 16,91  | 591,85 |
| U30IM101 | 1,000  | Ud | Contactor 40A/2 polos/220V      | 52,92  | 52,92  |
| U30IG501 | 1,000  | Ud | Reloj-hor.15A/220V reser.cuerd. | 64,20  | 64,20  |
| %CI      | 19,538 | %  | Costes indirectos..(s/total)    | 3,00   | 58,61  |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 2.012,44**

**DOS MIL DOCE euros y CUARENTA Y CUATRO céntimos**

## CAPÍTULO C-11 ILUMINACIÓN

### 11.001 D28AO035 Ud EMERGEN. DAISALUX NOVA N11 570 LÚM.

Ud. Bloque autónomo de emergencia IP44 IK 04, modelo DAISALUX serie Nova N11, de superficie o empotrado, de 570 Lúm. con lámpara de emergencia PL. 11W, con caja de empotrar blanca o negra, o estanca (IP66 IK08), con difusor biplano opal o transparente. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estancia de alta temperatura. Base y difusor construidos en policarbonato. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.

|          |       |    |                                  |        |        |
|----------|-------|----|----------------------------------|--------|--------|
| U01AA007 | 0,250 | Hr | Oficial primera                  | 16,17  | 4,04   |
| U31AO035 | 1,000 | Ud | Bloq.aut.emer. DAISALUX NOVA N11 | 101,93 | 101,93 |
| U31AO050 | 1,000 | Ud | Cjto. etiquetas y peq. material  | 3,18   | 3,18   |
| %CI      | 1,092 | %  | Costes indirectos..(s/total)     | 3,00   | 3,28   |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 112,43**

**CIENTO DOCE euros y CUARENTA Y TRES céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 11.002 D28NH040 Ud LUMINARIA ESTANCA 1X58 W.

Ud. Luminaria estanca, (instalación en talleres, almacenes...etc) de superficie o colgar, de 1X58 w SYLPROOF de SYLVANIA, con protección IP 65 clase I, con reflector de aluminio de alto rendimiento, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, i/lámparas fluorescentes trifosforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.

|          |       |    |                               |       |       |
|----------|-------|----|-------------------------------|-------|-------|
| U01AA007 | 0,500 | Hr | Oficial primera               | 16,17 | 8,09  |
| U01AA009 | 0,500 | Hr | Ayudante                      | 14,85 | 7,43  |
| U31NH040 | 1,000 | Ud | Pantalla estanca 1x58 w       | 27,42 | 27,42 |
| U31XG505 | 1,000 | Ud | Lampara fluorescente TRIF.58W | 4,70  | 4,70  |
| %CI      | 0,476 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 1,43  |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 49,07**

**CUARENTA Y NUEVE euros y SIETE céntimos**

## CAPÍTULO C-12 FONTANERÍA

### 12.001 D25AD060 Ud ACOMETIDA RED 2 1/2"-75 mm. POLIET.

Ud. Acometida a la red general de distribución con una longitud máxima de 8 m., formada por tubería de polietileno de 2 1/2" y 10 Atm. para uso alimentario serie Hersalit de Saenger, brida de conexión, machón rosca, manguitos, llaves de paso tipo globo, válvula antirretorno de 2 1/2", tapa de registro exterior, grifo de pruebas de latón de 1/2", y contador, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

|          |       |    |                                |        |        |
|----------|-------|----|--------------------------------|--------|--------|
| U01FY105 | 2,500 | Hr | Oficial 1ª fontanero           | 15,50  | 38,75  |
| U01FY110 | 1,500 | Hr | Ayudante fontanero             | 13,70  | 20,55  |
| U24HD023 | 1,000 | Ud | Codo acero galv. 90° 2 1/2"    | 29,81  | 29,81  |
| U24ZX001 | 1,000 | Ud | Collarín de toma de fundición  | 11,60  | 11,60  |
| U24PD107 | 7,000 | Ud | Enlace recto polietileno 75 mm | 10,35  | 72,45  |
| U26AR008 | 2,000 | Ud | Llave de esfera 2 1/2"         | 32,76  | 65,52  |
| U24AA007 | 1,000 | Ud | Contador de agua de 2 1/2"     | 466,50 | 466,50 |
| U26AD007 | 1,000 | Ud | Válvula antirretorno 2 1/2"    | 27,52  | 27,52  |
| U26GX001 | 1,000 | Ud | Grifo latón rosca 1/2"         | 5,92   | 5,92   |
| U24PA014 | 8,000 | MI | Tub. polietileno 10 Atm 75 mm  | 4,60   | 36,80  |
| %CI      | 7,754 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00   | 23,26  |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 798,68**

**SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO euros y SESENTA Y OCHO céntimos**

## CAPÍTULO C-13 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S

### 13.001 17001 DEPÓSITO DE 20.000 L DE CHAPA DE ACERO

|          |       |    |                          |          |          |
|----------|-------|----|--------------------------|----------|----------|
| URFY445F | 1,000 | Hr | Oficial 1º de Fontanería | 15,70    | 15,70    |
| URFY446F | 1,000 | Hr | Ayudante de Fontanería   | 13,80    | 13,80    |
| URFY447F | 1,000 | Hr | Encargado de la grua     | 45,67    | 45,67    |
| URFY448F | 1,000 | Ud | Grua                     | 100,34   | 100,34   |
| URFY449F | 1,000 | Ud | Depósito 20.000 L        | 5.250,00 | 5.250,00 |

**TOTAL PARTIDA . . . . . 5.425,51**

**CINCO MIL CUATROCIENTOS VEINTICINCO euros y CINCUENTA Y UNO céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 13.002 D29AK104 MI TUBERÍA POLIETILENO 60 mm./10 ATM

MI. Tubería de polietileno de baja densidad y flexible, de 60 mm. de espesor a 10 Atm para calefacción, i/p.p. de coquilla aislante, piezas especiales y totalmente instalada según normativa vigente.

|                                |       |    |                              |       |             |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|-------------|
| U01FY205                       | 0,050 | Hr | Oficial 1ª calefactor        | 15,30 | 0,77        |
| U01FY208                       | 0,050 | Hr | Ayudante calefacción         | 13,60 | 0,68        |
| U28AK104                       | 1,000 | MI | Tubería polietileno 60-10 AT | 3,03  | 3,03        |
| U28AJ265                       | 1,000 | MI | Coquilla aislante 54/9 mm.   | 0,68  | 0,68        |
| %CI                            | 0,052 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,16        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>5,32</b> |

**CINCO euros y TREINTA Y DOS céntimos**

### 13.003 D29CB065 MI CHIMENEA D=200 DOBLE PARED

MI. Chimenea de salida de humos realizada con tubo de doble pared de acero inoxidable, con aislamiento intermedio, con D=200 mm, totalmente colocado i/ p.p de piezas especiales: tes, abrazaderas, tapajuntas, caperuza plana de remate y medios auxiliares necesarios para la realización de los trabajos.

|                                |       |    |                                      |        |              |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------------|--------|--------------|
| U01FY220                       | 0,250 | Hr | Cuadrilla calefacción                | 28,90  | 7,23         |
| U29ZJ119                       | 1,070 | Ud | Chimena.Chimetal inox/inox D200-1m.  | 61,39  | 65,69        |
| U29ZJ329                       | 0,080 | Ud | Te 45°C/tapa Chimetal inox/inox D250 | 140,49 | 11,24        |
| U29ZJ905                       | 1,250 | Ud | Abrazadera universal                 | 8,14   | 10,18        |
| U29ZJ338                       | 0,080 | Ud | Caper. plana Chimetal inox/inox D200 | 22,17  | 1,77         |
| %CI                            | 0,961 | %  | Costes indirectos..(s/total)         | 3,00   | 2,88         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                      |        | <b>98,99</b> |

**NOVENTA Y OCHO euros y NOVENTA Y NUEVE céntimos**

## CAPÍTULO C-14 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

### 14.001 D34AA310 Ud EXTINT. NIEVE CARB. 5 Kg. EF 34B

Ud. Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según CTE/DB-SI 4, totalmente instalado.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 0,100 | Hr | Peón suelto                  | 14,41  | 1,44          |
| U35AA310                       | 1,000 | Ud | Extint.nieve carbónica 5 Kg. | 107,82 | 107,82        |
| %CI                            | 1,093 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 3,28          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>112,54</b> |

**CIENTO DOCE euros y CINCUENTA Y CUATRO céntimos**

### 14.002 D34AA315 Ud EXT. N. CARB. 10 Kg. CARRO EF 55B

Ud. Carro extintor de nieve carbónica CO2 para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas e incendios de equipos eléctricos, con 10 Kg. de agente extintor con carro de ruedas y manguera con difusor según CTE/DB-SI 4, totalmente instalado.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U01AA011                       | 0,100 | Hr | Peón suelto                  | 14,41  | 1,44          |
| U35AA315                       | 1,000 | Ud | Ext.nieve carbóni.10Kg.carro | 224,78 | 224,78        |
| %CI                            | 2,262 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 6,79          |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>233,01</b> |

**DOSCIENTOS TREINTA Y TRES euros y UN céntimo**

### 14.003 D34MA005 Ud SEÑAL LUMINISCENTE EXT. INCENDIOS

Ud. Señal luminiscente para elementos de extinción de incendios (extintores, bies, pulsadores....) de 297x210 por una cara en pvc rígido de 2 mm de espesor, totalmente instalada, según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.

|                                |       |    |                               |       |              |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|-------|--------------|
| U01AA009                       | 0,150 | Hr | Ayudante                      | 14,85 | 2,23         |
| U35MA005                       | 1,000 | Ud | Placa señaliz.plástic.297x210 | 10,04 | 10,04        |
| %CI                            | 0,123 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00  | 0,37         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |       | <b>12,64</b> |

**DOCE euros y SESENTA Y CUATRO céntimos**



| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

### 14.004 D34MA010 Ud SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN

Ud. Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, direccionales, no salida....) de 297x148mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U01AA009                       | 0,150 | Hr | Ayudante                     | 14,85 | 2,23         |
| U35MC005                       | 1,000 | Ud | Pla.salida emer.297x148      | 8,20  | 8,20         |
| %CI                            | 0,104 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,31         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>10,74</b> |

**DIEZ euros y SETENTA Y CUATRO céntimos**

## CAPÍTULO C-15 SEGURIDAD

### 15.001 D41EA001 Ud CASCO DE SEGURIDAD

Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.

|                                |       |    |                               |      |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------------------------|------|-------------|
| U42EA001                       | 1,000 | Ud | Casco de seguridad homologado | 3,05 | 3,05        |
| %CI                            | 0,031 | %  | Costes indirectos..(s/total)  | 3,00 | 0,09        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                               |      | <b>3,14</b> |

**TRES euros y CATORCE céntimos**

### 15.002 D41EC001 Ud MONO DE TRABAJO

Ud. Mono de trabajo, homologado CE.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U42EC001                       | 1,000 | Ud | Mono de trabajo.             | 13,84 | 13,84        |
| %CI                            | 0,138 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,41         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>14,25</b> |

**CATORCE euros y VEINTICINCO céntimos**

### 15.003 D41EC050 Ud PETO REFLECTANTE BUT./AMAR

Ud. Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U42EC050                       | 1,000 | Ud | Peto reflectante BUT./amar.  | 18,93 | 18,93        |
| %CI                            | 0,189 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,57         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>19,50</b> |

**DIECINUEVE euros y CINCUENTA céntimos**

### 15.004 D41ED110 Ud PROTECTORES AUDITIVOS VERST.

Ud. Protectores auditivos tipo orejera versatil, homologado CE.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U42ED110                       | 1,000 | Ud | Protectores auditivos verst. | 18,50 | 18,50        |
| %CI                            | 0,185 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,56         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>19,06</b> |

**DIECINUEVE euros y SEIS céntimos**

### 15.005 D41EE014 Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO

Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.

|                                |       |    |                              |      |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|------|--------------|
| U42EE014                       | 1,000 | Ud | Par guantes piel vacuno      | 9,82 | 9,82         |
| %CI                            | 0,098 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00 | 0,29         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |      | <b>10,11</b> |

**DIEZ euros y ONCE céntimos**

### 15.006 D41EG007 Ud PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD

Ud. Par de botas de agua monocolor de seguridad, homologadas CE.

|                                |       |    |                                |       |              |
|--------------------------------|-------|----|--------------------------------|-------|--------------|
| U42EG007                       | 1,000 | Ud | Par de botas agua de seguridad | 24,10 | 24,10        |
| %CI                            | 0,241 | %  | Costes indirectos..(s/total)   | 3,00  | 0,72         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                |       | <b>24,82</b> |

**VEINTICUATRO euros y OCHENTA Y DOS céntimos**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS****15.007 D41IA001 Hr COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE**

Hr. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U42IA001                       | 1,000 | Hr | Comite de segurid.e higiene  | 56,57 | 56,57        |
| %CI                            | 0,566 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 1,70         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>58,27</b> |

**CINCUENTA Y OCHO euros y VEINTISIETE céntimos****15.008 D41IA020 Hr FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE**

Hr. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U42IA020                       | 1,000 | Hr | Formacion segurid.e higiene  | 12,55 | 12,55        |
| %CI                            | 0,126 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,38         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>12,93</b> |

**DOCE euros y NOVENTA Y TRES céntimos****CAPÍTULO C-16 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS****16.001 D50EB010 Ud TOMA MUESTRA HORMIGÓN, 4 PROB.**

Ud. Toma de muestras de hormigón fresco (serie de 4 probetas) de una misma amasada para control estadístico del hormigón, de acuerdo a EHE art. 88.4, incluyendo muestreo del hormigón, medida del asiento de cono, fabricación de 4 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, curado, refrentado y rotura a los días que el plan de control aprobado determine.

|                                |       |    |                                          |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|--------------|
| U50EB010                       | 1,000 | Ud | Toma de muestra de hormigón fresco, 4 p. | 51,00 | 51,00        |
| %CI                            | 0,510 | %  | Costes indirectos..(s/total)             | 3,00  | 1,53         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                                          |       | <b>52,53</b> |

**CINCUENTA Y DOS euros y CINCUENTA Y TRES céntimos****16.002 D50EB040 Ud ESTUDIO TEÓRICO DOSIFICACIÓN**

Ud. Estudio teórico y comprobación experimental de una dosificación de hormigón incluyendo la fábrica de 4 series de amasadas distintas de 3 probetas cilíndricas 15 x 30, curado, refrentado y ensayo a compresión, según UNE 83.301, 83.304, sin incluir los ensayos necesarios de los áridos.

|                                |       |    |                              |        |               |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|--------|---------------|
| U50EB040                       | 1,000 | Ud | Estudio teórico dosificación | 550,00 | 550,00        |
| %CI                            | 5,500 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00   | 16,50         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |        | <b>566,50</b> |

**QUINIENTOS SESENTA Y SEIS euros y CINCUENTA céntimos****16.003 D50EB320 Ud ENSAYO DOB-DESDOBLADO ACERO**

Ud. Ensayo de doblado -desdoblado de una probeta de acero realizado según UNE 36.088.

|                                |       |    |                              |       |              |
|--------------------------------|-------|----|------------------------------|-------|--------------|
| U50EB320                       | 1,000 | Ud | Ensayo dob-desdoblado acero  | 15,00 | 15,00        |
| %CI                            | 0,150 | %  | Costes indirectos..(s/total) | 3,00  | 0,45         |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |    |                              |       | <b>15,45</b> |

**QUINCE euros y CUARENTA Y CINCO céntimos****CAPÍTULO C-17 EQUIPAMIENTO****17.001 21002 Instalación de maquinaria con su equipamiento**

|                                |       |  |                 |      |             |
|--------------------------------|-------|--|-----------------|------|-------------|
| FY567N                         | 1,000 |  | Silo de biomasa | 1,03 | 1,03        |
| <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b> |       |  |                 |      | <b>1,03</b> |

**UN euros y TRES céntimos**

tfg

## DETALLE DE LOS PRECIOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

### PRECIOS DESCOMPUESTOS

|               |              |  |                                   |        |               |
|---------------|--------------|--|-----------------------------------|--------|---------------|
| <b>17.002</b> | <b>21003</b> |  | <b>Partida para la gestión de</b> |        |               |
| WW333         | 1,000        |  | Gestión de residuos               | 423,54 | 423,54        |
|               |              |  | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>    |        | <b>423,54</b> |

**CUATROCIENTOS VEINTITRES euros y CINCUENTA Y CUATRO euros**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO C-01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

|                 |                                                                                                                                                                                                      |       |       |       |      |          |          |       |                 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|----------|----------|-------|-----------------|
| <b>D02AA600</b> | <b>M2 RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA</b>                                                                                                                                                              |       |       |       |      |          |          |       |                 |
| 1.001           | M2. Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.                                                                    |       |       |       |      |          |          |       |                 |
|                 | nave                                                                                                                                                                                                 | 1,00  | 40,00 | 10,00 |      | 400,00   |          |       |                 |
|                 | Patio exterior                                                                                                                                                                                       |       | 80,00 | 40,00 |      | 3.200,00 |          |       |                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                      |       |       |       |      |          | 3.600,00 | 1,66  | 5.976,00        |
| <b>D02HF201</b> | <b>M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO</b>                                                                                                                                                               |       |       |       |      |          |          |       |                 |
| 1.002           | M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.                                                          |       |       |       |      |          |          |       |                 |
|                 | ZAPATAS Z1                                                                                                                                                                                           | 14,00 | 2,70  | 2,60  | 0,70 | 68,80    |          |       |                 |
|                 | ZAPATAS Z2                                                                                                                                                                                           | 2,00  | 2,20  | 2,20  | 0,70 | 6,78     |          |       |                 |
|                 | ZAPATAS Z3                                                                                                                                                                                           | 2,00  | 1,85  | 1,85  | 0,50 | 3,42     |          |       |                 |
|                 | ZAPATAS Z4                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 1,80  | 1,80  | 0,70 | 2,27     |          |       |                 |
|                 | ZAPATAS Z5                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 2,00  | 2,00  | 0,70 | 2,80     |          |       |                 |
|                 | ZAPATAS Z6                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 2,40  | 2,40  | 0,75 | 4,32     |          |       |                 |
|                 | ZAPATAS Z7                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 1,90  | 1,90  | 0,65 | 2,35     |          |       |                 |
|                 | RIOSTRA ATADO R1                                                                                                                                                                                     | 16,00 | 5,00  | 0,40  | 0,50 | 16,00    |          |       |                 |
|                 | RIOSTRA ATADO R2                                                                                                                                                                                     | 2,00  | 2,50  | 0,40  | 0,50 | 1,00     |          |       |                 |
|                 | RIOSTRA ATADO R3                                                                                                                                                                                     | 1,00  | 5,00  | 0,40  | 0,50 | 1,00     |          |       |                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                      |       |       |       |      |          | 108,74   | 10,79 | 1.173,30        |
| <b>D02HF100</b> | <b>M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F</b>                                                                                                                                                            |       |       |       |      |          |          |       |                 |
| 1.003           | M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.               |       |       |       |      |          |          |       |                 |
|                 | SANEAMIENTO                                                                                                                                                                                          | 1,00  | 35,00 | 0,60  | 0,60 | 12,60    |          |       |                 |
|                 | FLUVIALES                                                                                                                                                                                            | 1,00  | 50,00 | 0,60  | 0,60 | 18,00    |          |       |                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                      |       |       |       |      |          | 30,60    | 10,68 | 326,81          |
| <b>D02TF100</b> | <b>M3 RELLENO Y COMPAC. C/RAN. S/APORTE</b>                                                                                                                                                          |       |       |       |      |          |          |       |                 |
| 1.004           | M3. Relleno, extendido y compactado de tierras propias, por medios manuales, con apisonadora manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, i/regado de las mismas y p.p. de costes indirectos. |       |       |       |      |          |          |       |                 |
|                 | SANEAMIENTO                                                                                                                                                                                          | 1,00  | 35,00 | 0,60  | 0,40 | 8,40     |          |       |                 |
|                 | FLUVIALES                                                                                                                                                                                            | 1,00  | 50,00 | 0,60  | 0,40 | 12,00    |          |       |                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                      |       |       |       |      |          | 20,40    | 27,50 | 561,00          |
|                 | <b>TOTAL CAPÍTULO C-01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.....</b>                                                                                                                                        |       |       |       |      |          |          |       | <b>8.037,11</b> |

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-02 RED DE SANEAMIENTO**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |       |  |  |       |       |        |           |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|--|-------|-------|--------|-----------|
| <b>D03DA006</b><br>2.001 | <b>Ud ARQUETA REGISTRO 63x63x80 cm.</b><br>Ud. Arqueta de registro de 63x63x80 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2 y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.                                                                                                                                                                                                  | 3,00 |       |  |  | 3,00  | 3,00  | 107,55 | 322,65    |
| <b>D03DI001</b><br>2.002 | <b>Ud ACOMET. RED GRAL. SANE. T. F. 8 m.</b><br>Ud. Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general, hasta una longitud de 8 m., en terreno flojo, con rotura de pavimento por medio de compresor, excavación mecánica, tubo de hormigón centrifugado D=25 cm., relleno y apisonado de zanja con tierra procedente de la excavación, i/limpieza y transporte de tierras sobrantes a pie de carga, según CTE/DB-HS 5.                                                                                                   | 1,00 |       |  |  | 1,00  | 1,00  | 265,94 | 265,94    |
| <b>D03DI005</b><br>2.003 | <b>Ud ACOMET. RED GRAL. SANE. T. D. 8 m.</b><br>Ud. Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general, hasta una longitud de 8 m., en terreno duro, con rotura de pavimento por medio de compresor, excavación mecánica, tubo de hormigón centrifugado D=25 cm., relleno y apisonado de zanja con tierra procedente de la excavación, i/limpieza y transporte de tierras sobrantes a pie de carga, según CTE/DB-HS 5.                                                                                                    | 1,00 |       |  |  | 1,00  | 1,00  | 307,16 | 307,16    |
| <b>D03DD107</b><br>2.004 | <b>Ud COLECTOR PVC 160/200 MM.</b><br>Ud. Colector de PVC a modo de arquetas o pozos para posterior acople de la red de saneamiento por encolado, formado por cuerpo de tubo de diámetro 315 mm., pieza especial de acoplamiento de tuberías y fondo, todo ello en PVC, JIMTEN S-226/227, de altura 665 mm. con dos bocas de acoplamiento de D=160 mm y otras dos de D=200 mm, con tapa o rejilla de PVC para cierre superior, colocado sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 de 10 cm de espesor incluida, según CTE/DB-HS 5. | 1,00 | 35,00 |  |  | 35,00 |       |        |           |
|                          | SANEAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,00 | 35,00 |  |  | 35,00 |       |        |           |
|                          | FLUVIALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,00 | 50,00 |  |  | 50,00 |       |        |           |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |       |  |  |       | 85,00 | 158,31 | 13.456,35 |

**TOTAL CAPÍTULO C-02 RED DE SANEAMIENTO. .... 14.352,10**

| Código                             | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Uds.  | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C-03 CIMENTACIONES</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |         |        |           |          |        |             |
| <b>D04AP405</b><br>3.001           | <b>M2 MALLAZO 20x20 cm. D=10 mm.</b><br>M2. Mallazo electrosoldado con acero corrugado de D=10 mm. en cuadrícula 20x20 cm., i/cortado, doblado, armado y colocado, y p.p. de mermas y despuntes.                                                                                                                                      |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                    | ARMADURA MUROS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2,00  | 40,00    |         | 1,70   | 136,00    |          |        |             |
|                                    | ARMADURA MUROS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2,00  | 10,00    |         | 1,70   | 34,00     |          |        |             |
|                                    | DEDUCIR PUERTA 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -2,00 | 5,00     |         | 1,70   | -17,00    |          |        |             |
|                                    | DEDUCIR PUERTA 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -1,00 | 8,00     |         | 1,70   | -13,60    |          |        |             |
|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |         |        |           | 139,40   | 7,92   | 1.104,05    |
| <b>D04AP405</b><br>3.002           | <b>M2 MALLAZO 20x20 cm. D=10 mm.</b><br>M2. Mallazo electrosoldado con acero corrugado de D=10 mm. en cuadrícula 20x20 cm., i/cortado, doblado, armado y colocado, y p.p. de mermas y despuntes.                                                                                                                                      |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                    | ARMADURA ZAPATA Z1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 14,00 | 2,70     | 2,60    |        | 98,28     |          |        |             |
|                                    | ARMADURA ZAPATA Z2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2,00  | 2,20     | 2,20    |        | 9,68      |          |        |             |
|                                    | ARMADURA ZAPATA Z3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2,00  | 1,85     | 1,85    |        | 6,85      |          |        |             |
|                                    | ARMADURA ZAPATA Z4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,00  | 1,80     | 1,80    |        | 3,24      |          |        |             |
|                                    | ARMADURA ZAPATA Z5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,00  | 2,00     | 2,00    |        | 4,00      |          |        |             |
|                                    | ARMADURA ZAPATA Z6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,00  | 2,40     | 2,40    |        | 5,76      |          |        |             |
|                                    | ARMADURA ZAPATA Z7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,00  | 1,90     | 1,90    |        | 3,61      |          |        |             |
|                                    | RIOSTRA ATADO R1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 16,00 | 5,00     | 0,40    |        | 32,00     |          |        |             |
|                                    | RIOSTRA ATADO R2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2,00  | 2,50     | 0,40    |        | 2,00      |          |        |             |
|                                    | RIOSTRA ATADO R3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,00  | 5,00     | 0,40    |        | 2,00      |          |        |             |
|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |         |        |           | 167,42   | 7,92   | 1.325,97    |
| <b>D04AK020</b><br>3.003           | <b>Ud PLACA CIMENTACIÓN 40x40x3 cm.</b><br>Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 40x40x3,0 cm. con cuatro patillas de redondo liso de 16 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 60 cm., soldadas, i/ taladro central, totalmente colocada.                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |         |        | 22,00     |          |        |             |
|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |         |        |           | 22,00    | 49,27  | 1.083,94    |
| <b>D04CX701</b><br>3.004           | <b>M2 ENCOF. METÁLICO EN MUROS 2 C</b><br>M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con paneles metálicos de 5 a 10 m2. de superficie, considerando 20 posturas, i/aplicación de desencofrante.                                                                                                                               |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                    | MURO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,00  | 40,00    |         | 1,70   | 136,00    |          |        |             |
|                                    | MURO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,00  | 10,00    |         | 1,70   | 34,00     |          |        |             |
|                                    | DEDUCIR PUERTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2,00  | 5,00     |         | 1,70   | 17,00     |          |        |             |
|                                    | DEDUCIR PUERTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,00  | 8,00     |         | 1,70   | 13,60     |          |        |             |
|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |         |        |           | 200,60   | 52,75  | 10.581,65   |
| <b>D04EF061</b><br>3.005           | <b>M3 HOR. LIMP. HM-20/P/40/ Ila CENT. V. MAN.</b><br>M3. Hormigón en masa HM-20/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE. |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                    | ZAPATAS Z1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14,00 | 2,70     | 2,60    | 0,10   | 9,83      |          |        |             |

| Código          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                          | Uds.  | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|                 | ZAPATAS Z2                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,00  | 2,20     | 2,20    | 0,10   | 0,97      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z3                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,00  | 1,85     | 1,85    | 0,10   | 0,68      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z4                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 1,80     | 1,80    | 0,10   | 0,32      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z5                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 2,00     | 2,00    | 0,10   | 0,40      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z6                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 2,40     | 2,40    | 0,10   | 0,58      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z7                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 1,90     | 1,90    | 0,10   | 0,36      |          |        |             |
|                 | RIOSTRA ATADA R1                                                                                                                                                                                                                                                                     | 16,00 | 5,00     | 0,40    | 0,10   | 3,20      |          |        |             |
|                 | RIOSTRA ATADA R2                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,00  | 2,50     | 0,40    | 0,10   | 0,20      |          |        |             |
|                 | RIOSTRA ATADA R3                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,00  | 5,00     | 0,40    | 0,10   | 0,20      |          |        |             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 16,74    | 123,25 | 2.063,21    |
| <b>D04GC503</b> | <b>M3 HOR. HA-25/B/20/ Ila ZAP. V. B. CENT.</b>                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 3.006           | M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE.                                          |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z1                                                                                                                                                                                                                                                                           | 14,00 | 2,70     | 2,60    | 0,70   | 68,80     |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z2                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,00  | 2,20     | 2,20    | 0,70   | 6,78      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z3                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,00  | 1,85     | 1,85    | 0,50   | 3,42      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z4                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 1,80     | 1,80    | 0,70   | 2,27      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z5                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 2,00     | 2,00    | 0,70   | 2,80      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z6                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 2,40     | 2,40    | 0,75   | 4,32      |          |        |             |
|                 | ZAPATAS Z7                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00  | 1,90     | 1,90    | 0,65   | 2,35      |          |        |             |
|                 | RIOSTRA ATADO R1                                                                                                                                                                                                                                                                     | 16,00 | 5,00     | 0,40    | 0,50   | 16,00     |          |        |             |
|                 | RIOSTRA ATADO R2                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,00  | 2,50     | 0,40    | 0,50   | 1,00      |          |        |             |
|                 | RIOSTRA ATADO R3                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,00  | 5,00     | 0,40    | 0,50   | 1,00      |          |        |             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 108,74   | 116,73 | 12.693,22   |
| <b>D04GX404</b> | <b>M3 HOR. HA-25/B/20/Ila MUROS V. B. CEN.</b>                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 3.007           | M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central en relleno de muros de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.                  |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                 | MURO                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,00  | 40,00    | 0,25    | 1,70   | 34,00     |          |        |             |
|                 | MURO                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,00  | 10,00    | 0,25    | 1,70   | 8,50      |          |        |             |
|                 | DEDUCIR PUERTA 1                                                                                                                                                                                                                                                                     | -2,00 | 5,00     | 0,25    | 1,70   | -4,25     |          |        |             |
|                 | DEDUCIR PUERTA 2                                                                                                                                                                                                                                                                     | -1,00 | 8,00     | 0,25    | 1,70   | -3,40     |          |        |             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 34,85    | 132,80 | 4.628,08    |
| <b>D04GT404</b> | <b>M3 HOR. HA-25/B/40/ Ila LOSA V. B. CEN.</b>                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 3.008           | M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm., consistencia blanda, elaborado en central en relleno en losas de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.                  |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                 | LOSA CALDERA                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,00  | 4,00     | 4,00    | 0,35   | 5,60      |          |        |             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |         |        |           | 5,60     | 129,02 | 722,51      |
| <b>D04PM105</b> | <b>M2 SOLERA HA-25 #150*150*5 10 CM.</b>                                                                                                                                                                                                                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 3.009           | M2. Solera de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ila N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*5 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE. |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                 | PATIO EXTERIOR                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,00  | 100,00   | 20,00   |        | 2.000,00  |          |        |             |

| Código                                         | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                           | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto      |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |          |         |        |           | 2.000,00 | 17,14  | 34.280,00        |
| <b>D04PM210</b>                                | <b>M2 SOLERA HA-25 #150*150*10 20 CM.</b>                                                                                                                                                                                                                                             |      |          |         |        |           |          |        |                  |
| 3.010                                          | M2. Solera de 20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*10 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE. |      |          |         |        |           |          |        |                  |
|                                                | NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00 | 40,00    | 10,00   |        | 400,00    |          |        |                  |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |          |         |        |           | 400,00   | 35,94  | 14.376,00        |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C-03 CIMENTACIONES. ....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |          |         |        |           |          |        | <b>82.858,63</b> |



| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-04 ESTRUCTURA**

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |        |  |      |        |        |       |                  |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--|------|--------|--------|-------|------------------|
| <b>D05GC001</b><br>4.001                    | <b>M2 E. MET. PÓRTICOS Y CORREAS L&lt;10 m.</b><br>M2. Estructura metálica, realizada por pórticos (soportes y jácenas) y correas de acero laminado, para luces menores de 10 m., totalmente montada, i/dos manos de minio y una de imprimación, según CTE/ DB-SE-A. |       |        |  |      |        |        |       |                  |
|                                             | NAVE EN CYPE                                                                                                                                                                                                                                                         | 9,00  | 10,00  |  |      | 90,00  | 90,00  | 94,72 | 8.524,80         |
| <b>D05GC718</b><br>4.002                    | <b>M2 PANEL CERRAM. 20cm. HORM+AISLAM.</b><br>M2. Panel de cerramiento con terminación hormigón de 20 cms. de espesor y 1 m. de anchura, dotado de aislamiento con un coeficiente de transmisión térmica de 0,62, incluso colocación en naves con autogrúa móvil.    |       |        |  |      |        |        |       |                  |
|                                             | CERRAMIENTO 2M DE ALTUR                                                                                                                                                                                                                                              |       | 100,00 |  | 2,00 | 200,00 |        |       |                  |
|                                             | DEDUCIR PUERTA 1                                                                                                                                                                                                                                                     | -2,00 | 5,00   |  | 2,00 | -20,00 |        |       |                  |
|                                             | DEDUCIR PUERTA 2                                                                                                                                                                                                                                                     | -1,00 | 8,00   |  | 2,00 | -16,00 |        |       |                  |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |        |  |      |        | 164,00 | 43,37 | 7.112,68         |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C-04 ESTRUCTURA. ....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |        |  |      |        |        |       | <b>15.637,48</b> |

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-05 CERRAMIENTOS**

**D09GF005**  
5.001

**M2 FACH. LUXALÓN PANEL SAND. MODU.**

M2. Cerramiento formado por panel sandwich acabado en aluminio, con aislamiento interior de poliuretano, cantos de PVC con junta aislante de neopreno, fijado mediante piezas especiales, i/ replanteo, aplomado, recibido de cercos, colocación de canalizaciones, recibido de cajas, elementos de remate, piezas especiales y limpieza.

|                         |        |      |      |       |       |  |       |        |          |
|-------------------------|--------|------|------|-------|-------|--|-------|--------|----------|
| CERRAMIENTO PANEL SANDV | 100,00 | 0,05 | 6,00 | 30,00 |       |  |       |        |          |
| DEDUCIR PUERTA 1        | -2,00  | 5,00 | 0,05 | 4,00  | -2,00 |  |       |        |          |
| DEDUCIR PUERTA 2        | -1,00  | 8,00 | 0,05 | 4,00  | -1,60 |  |       |        |          |
|                         |        |      |      |       |       |  | 26,40 | 144,14 | 3.805,30 |

**TOTAL CAPÍTULO C-05 CERRAMIENTOS. . . . . 3.805,30**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-06 REVISTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS**

**D13DD400**  
6.001

**M2 ACAB. RÚST./RUGOSO/RAYAD. MORT.**

M2. Acabado superficial rugoso, rústico o rayado, realizado sobre aplicaciones de mortero de cemento o cal aún no endurecidas, i/limpieza de restos desprendidos de la superficie tratada, con empleo de cualquier tipo de medio auxiliar y p.p. de costes indirectos.

|      |      |        |  |  |      |        |        |      |        |
|------|------|--------|--|--|------|--------|--------|------|--------|
| NAVE | 1,00 | 100,00 |  |  | 2,00 | 200,00 | 200,00 | 3,47 | 694,00 |
|------|------|--------|--|--|------|--------|--------|------|--------|

**TOTAL CAPÍTULO C-06 REVISTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS. .... 694,00**

---

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-07 CUBIERTAS**

**D08NE151**  
7.001

**M2 CUB. PANEL NERV.50 (LAC+AISL+LAC)**

M2. Cubierta completa formada por panel de 50 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0.5 mm., perfil nervado tipo de Aceralia o similar, lacado ambas caras y con relleno intermedio de espuma de poliuretano; perfil anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

|                    |      |       |      |        |  |  |        |       |           |
|--------------------|------|-------|------|--------|--|--|--------|-------|-----------|
| CUBIERTA IZQUIERDA | 1,00 | 40,00 | 5,40 | 216,00 |  |  |        |       |           |
| CUBIERTA DERECHA   | 1,00 | 40,00 | 5,40 | 216,00 |  |  |        |       |           |
| HASTILES           | 1,00 | 40,00 | 0,50 | 20,00  |  |  |        |       |           |
|                    |      |       |      |        |  |  | 452,00 | 49,66 | 22.446,32 |

**TOTAL CAPÍTULO C-07 CUBIERTAS. .... 22.446,32**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-08 AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN**

|                 |                                                                                                                                                                                         |      |       |  |  |       |       |       |        |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|--|-------|-------|-------|--------|
| <b>D08QC025</b> | <b>MI BAJANTE ACERO PRELAC. D=100 MM.</b>                                                                                                                                               |      |       |  |  |       |       |       |        |
| 8.001           | MI. Bajante pluvial de 100 mm. de diámetro realizado en chapa de acero prelacado en color, i/recibido de garras atornilladas al soporte, piezas especiales y p.p. de costes indirectos. |      |       |  |  |       |       |       |        |
|                 | FACHADA IZQUIERDA                                                                                                                                                                       | 1,00 | 10,00 |  |  | 10,00 |       |       |        |
|                 | FACHADA DERECHA                                                                                                                                                                         | 1,00 | 10,00 |  |  | 10,00 |       |       |        |
|                 |                                                                                                                                                                                         |      |       |  |  |       | 20,00 | 12,64 | 252,80 |

|                 |                                                                                                                                                                                   |      |       |  |  |       |       |       |          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|--|-------|-------|-------|----------|
| <b>D08QI025</b> | <b>MI CANALÓN ACERO PRELAC. 15x15 CM.</b>                                                                                                                                         |      |       |  |  |       |       |       |          |
| 8.002           | MI. Canalón cuadrado, de 15x15 cm. de sección, conformado en chapa de acero prelacado en color, i/recibido de soportes prelacados, piezas especiales y p.p. de costes indirectos. |      |       |  |  |       |       |       |          |
|                 | FACHADA IZQUIERDA                                                                                                                                                                 | 1,00 | 40,00 |  |  | 40,00 |       |       |          |
|                 | FACHADA DERECHA                                                                                                                                                                   | 1,00 | 40,00 |  |  | 40,00 |       |       |          |
|                 |                                                                                                                                                                                   |      |       |  |  |       | 80,00 | 24,12 | 1.929,60 |

**TOTAL CAPÍTULO C-08 AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN. . . . . 2.182,40**

---

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-09 CERRAJERÍA**

**D23AE165**  
9.001

**M2 PUERTA BASC. AUTOMÁTICA ROPER**

M2. Puerta metálica ROPER de sistema basculante, en dos hojas, equilibrada por contrapesos, incluso p.p. de equipo electromecánico para elevación automática compuesto por motoreductor, armario de maniobras, tracción mecánica, con finales de carrera y sistema de desbloqueo manual.

|               |      |      |  |      |       |  |        |        |           |
|---------------|------|------|--|------|-------|--|--------|--------|-----------|
| PUERTA TIPO 1 | 2,00 | 5,00 |  | 6,00 | 60,00 |  |        |        |           |
| PUERTA TIPO 2 | 1,00 | 8,00 |  | 6,00 | 48,00 |  |        |        |           |
|               |      |      |  |      |       |  | 108,00 | 298,28 | 32.214,24 |

**TOTAL CAPÍTULO C-09 CERRAJERÍA. .... 32.214,24**

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

## CAPÍTULO C-10 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DOMÓTICA

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |       |  |  |       |        |       |          |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--|--|-------|--------|-------|----------|
| <b>D27GG001</b><br>10.001 | <b>MI TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA</b><br>MI. Toma de tierra a estructura en terreno calizo ó de rocas eruptivas para edificios, con cable de cobre desnudo de 1x35 m2 electrodos cobrizados de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud con conexión mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18                                                                                                                                                                           |       |       |  |  |       |        |       |          |
|                           | NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,00  | 40,00 |  |  | 80,00 |        |       |          |
|                           | NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,00  | 10,00 |  |  | 20,00 |        |       |          |
|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |       |  |  |       | 100,00 | 23,78 | 2.378,00 |
| <b>D27CC000</b><br>10.002 | <b>Ud CAJA GRAL. PROTECCIÓN 40A(MONOF.)</b><br>Ud. Caja general protección 40A monofásica incluido bases cortacircuitos y fusible calibrado de 40A (I+N)+F para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o interior nicho mural. ITC-BT-13 cumplan con las UNE-EN 60.439-1, UNE-EN 60.439-3, y grado de protección de IP43 e IK08.                                                                                                    |       |       |  |  |       |        |       |          |
|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,00  |       |  |  | 1,00  |        |       |          |
|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |       |  |  |       | 1,00   | 74,54 | 74,54    |
| <b>D27JL010</b><br>10.003 | <b>MI CIRCUITO ELÉCTR. 2X2,5 mm2. (750v)</b><br>MI. Circuito eléctrico para el interior del edificio, realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 2x2,5 mm2., en sistema monofásico, (activo, neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.                                                                                                    |       |       |  |  |       |        |       |          |
|                           | ALUMBRADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,00  | 40,00 |  |  | 40,00 |        |       |          |
|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |       |  |  |       | 40,00  | 5,98  | 239,20   |
| <b>D27JL115</b><br>10.004 | <b>MI CIRCUITO ELÉCTR. 3X4 mm2. (0,6/1Kv)</b><br>MI. Circuito eléctrico para el exterior o interior del edificio, realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp5 y conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 06/1Kv y sección 3x4 mm2., en sistema monofásico, (activo, neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.                                                                             |       |       |  |  |       |        |       |          |
|                           | MÁQUINAS Y MOTORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,00  | 40,00 |  |  | 40,00 |        |       |          |
|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |       |  |  |       | 40,00  | 7,69  | 307,60   |
| <b>D27OC001</b><br>10.005 | <b>Ud BASE ENCHUFE "SCHUKO" JUNG-AS 500</b><br>Ud. Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 2,5 mm2., (activo, neutro y protección), incluido caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" de JUNG-A 521, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado. |       |       |  |  |       |        |       |          |
|                           | NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10,00 |       |  |  | 10,00 |        |       |          |
|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |       |  |  |       | 10,00  | 28,10 | 281,00   |

| Código                                                                | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio   | Presupuesto     |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|----------|-----------------|
| <b>D27IH042</b>                                                       | <b>Ud CUADRO GENERAL NAVE 500 m2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |          |         |        |           |          |          |                 |
| 10.006                                                                | Ud. Cuadro tipo de distribución, protección y mando para nave industrial para superficie hasta 500 m2, con o sin pública concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta, incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 63A/4p/30mA, 3 diferenciales de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 15 PIAS de 10A (I+N); 12 PIAS de 15A (I+N), 8 PIAS de 20A (I+N); contactor de 40A/2p/220V; reloj-horario de 15A/220V. con reserva de cuerda y dispositivo de accionamiento manual ó automatico, totalmente cableado, conexionado y rotulado. | 0,80 |          |         |        | 0,80      | 0,80     | 2.012,44 | 1.609,95        |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C-10 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DOMÓTICA. . . .</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |          |         |        |           |          |          | <b>4.890,29</b> |



| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-11 ILUMINACIÓN**

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |       |  |  |       |       |                 |          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--|--|-------|-------|-----------------|----------|
| <b>D28AO035</b><br>11.001                    | <b>Ud EMERGEN. DAISALUX NOVA N11 570 LÚM.</b><br>Ud. Bloque autónomo de emergencia IP44 IK 04, modelo DAISALUX serie Nova N11, de superficie o empotrado, de 570 Lúm. con lámpara de emergencia PL. 11W, con caja de empotrar blanca o negra, o estanca (IP66 IK08), con difusor biplano opal o transparente. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor construidos en policarbonato. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. | NAVE | 10,00 |  |  | 10,00 | 10,00 | 112,43          | 1.124,30 |
| <b>D28NH040</b><br>11.002                    | <b>Ud LUMINARIA ESTANCA 1X58 W.</b><br>Ud. Luminaria estanca, (instalación en talleres, almacenes...etc) de superficie o colgar, de 1X58 w SYLPROOF de SYLVANIA, con protección IP 65 clase I, con reflector de aluminio de alto rendimiento, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes trifosforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.                                                                                                                                 | NAVE | 22,00 |  |  | 22,00 | 22,00 | 49,07           | 1.079,54 |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C-11 ILUMINACIÓN. ....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |       |  |  |       |       | <b>2.203,84</b> |          |

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-12 FONTANERÍA**

**D25AD060**  
12.001

**Ud ACOMETIDA RED 2 1/2"-75 mm. POLIET.**

Ud. Acometida a la red general de distribución con una longitud máxima de 8 m., formada por tubería de polietileno de 2 1/2" y 10 Atm. para uso alimentario serie Hersalit de Saenger, brida de conexión, machón rosca, manguitos, llaves de paso tipo globo, válvula antiretorno de 2 1/2", tapa de registro exterior, grifo de pruebas de latón de 1/2", y contador, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

|      |      |  |  |  |  |      |        |        |
|------|------|--|--|--|--|------|--------|--------|
| NAVE | 1,00 |  |  |  |  | 1,00 | 798,68 | 798,68 |
|------|------|--|--|--|--|------|--------|--------|

**TOTAL CAPÍTULO C-12 FONTANERÍA. .... 798,68**

---

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-13 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S**

|              |                                               |      |  |  |  |      |  |          |          |
|--------------|-----------------------------------------------|------|--|--|--|------|--|----------|----------|
| <b>17001</b> | <b>DEPÓSITO DE 20.000 L DE CHAPA DE ACERO</b> |      |  |  |  |      |  |          |          |
| 13.001       |                                               |      |  |  |  |      |  |          |          |
|              | NAVE                                          | 1,00 |  |  |  | 1,00 |  | 5.425,51 | 5.425,51 |

|                 |                                                                                                                                                                                                        |          |  |  |  |          |          |      |           |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|--|--|----------|----------|------|-----------|
| <b>D29AK104</b> | <b>MI TUBERÍA POLIETILENO 60 mm./10 ATM</b>                                                                                                                                                            |          |  |  |  |          |          |      |           |
| 13.002          | MI. Tubería de polietileno de baja densidad y flexible, de 60 mm. de espesor a 10 Atm para calefacción, i/p.p. de coquilla aislante, piezas especiales y totalmente instalada según normativa vigente. |          |  |  |  |          |          |      |           |
|                 | RED DE CALOR                                                                                                                                                                                           | 3.339,00 |  |  |  | 3.339,00 |          |      |           |
|                 | SECADRO                                                                                                                                                                                                | 20,00    |  |  |  | 20,00    |          |      |           |
|                 |                                                                                                                                                                                                        |          |  |  |  |          | 3.359,00 | 5,32 | 17.869,88 |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |  |  |  |      |      |       |        |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|-------|--------|
| <b>D29CB065</b> | <b>MI CHIMENEA D=200 DOBLE PARED</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |  |  |  |      |      |       |        |
| 13.003          | MI. Chimena de salida de humos realizada con tubo de doble pared de acero inoxidable, con aislamiento intermedio, con D=200 mm, totalmente colocado i/ p.p de piezas especiales: tes, abrazaderas, tapajuntas, caperuza plana de remate y medios auxiliares necesarios para la realización de los trabajos. |      |  |  |  |      |      |       |        |
|                 | CALDERA                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6,00 |  |  |  | 6,00 |      |       |        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |  |  |  |      | 6,00 | 98,99 | 593,94 |

**TOTAL CAPÍTULO C-13 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. . . . . . 23.889,33**

---

| Código                                                       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio        | Presupuesto |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|---------------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C-14 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |          |         |        |           |          |               |             |
| <b>D34AA310</b><br>14.001                                    | <b>Ud EXTINT. NIEVE CARB. 5 Kg. EF 34B</b><br>Ud. Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según CTE/DB-SI 4, totalmente instalado. |      |          |         |        |           |          |               |             |
|                                                              | NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 112,54        | 112,54      |
| <b>D34AA315</b><br>14.002                                    | <b>Ud EXT. N. CARB. 10 Kg. CARRO EF 55B</b><br>Ud. Carro extintor de nieve carbónica CO2 para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas e incendios de equipos eléctricos, con 10 Kg. de agente extintor con carro de ruedas y manguera con difusor según CTE/DB-SI 4, totalmente instalado.  |      |          |         |        |           |          |               |             |
|                                                              | NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          | 233,01        | 233,01      |
| <b>D34MA005</b><br>14.003                                    | <b>Ud SEÑAL LUMINISCENTE EXT. INCENDIOS</b><br>Ud. Señal luminiscente para elementos de extinción de incendios (extintores, bies, pulsadores....) de 297x210 por una cara en pvc rígido de 2 mm de espesor, totalmente instalada, según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.                               |      |          |         |        |           |          |               |             |
|                                                              | NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,00 |          |         |        | 2,00      |          | 12,64         | 25,28       |
| <b>D34MA010</b><br>14.004                                    | <b>Ud SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN</b><br>Ud. Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, direccionales, no salida....) de 297x148mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.                      |      |          |         |        |           |          |               |             |
|                                                              | NAVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,00 |          |         |        | 2,00      |          | 10,74         | 21,48       |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C-14 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN. ....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |          |         |        |           |          | <b>392,31</b> |             |

| Código                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio        | Presupuesto |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|---------------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C-15 SEGURIDAD</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |          |         |        |           |          |               |             |
| <b>D41EA001</b><br>15.001                  | <b>Ud CASCO DE SEGURIDAD</b><br>Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.                                                                                                                                                                                                                                  | 4,00 |          |         |        | 4,00      | 4,00     | 3,14          | 12,56       |
| <b>D41EC001</b><br>15.002                  | <b>Ud MONO DE TRABAJO</b><br>Ud. Mono de trabajo, homologado CE.                                                                                                                                                                                                                                                      | 4,00 |          |         |        | 4,00      | 4,00     | 14,25         | 57,00       |
| <b>D41EC050</b><br>15.003                  | <b>Ud PETO REFLECTANTE BUT./AMAR</b><br>Ud. Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE.                                                                                                                                                                                                                  |      |          |         |        |           | 4,00     | 19,50         | 78,00       |
| <b>D41ED110</b><br>15.004                  | <b>Ud PROTECTORES AUDITIVOS VERST.</b><br>Ud. Protectores auditivos tipo orejera versatil, homologado CE.                                                                                                                                                                                                             |      |          |         |        |           | 4,00     | 19,06         | 76,24       |
| <b>D41EE014</b><br>15.005                  | <b>Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO</b><br>Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.                                                                                                                                                                                                              |      |          |         |        |           | 4,00     | 10,11         | 40,44       |
| <b>D41EG007</b><br>15.006                  | <b>Ud PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD</b><br>Ud. Par de botas de agua monocolor de seguridad, homologadas CE.                                                                                                                                                                                                          |      |          |         |        |           | 4,00     | 24,82         | 99,28       |
| <b>D41IA001</b><br>15.007                  | <b>Hr COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE</b><br>Hr. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes. |      |          |         |        |           | 2,00     | 58,27         | 116,54      |
| <b>D41IA020</b><br>15.008                  | <b>Hr FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE</b><br>Hr. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.                                                                                                                                                        |      |          |         |        |           | 2,00     | 12,93         | 25,86       |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C-15 SEGURIDAD. ....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |          |         |        |           |          | <b>505,92</b> |             |

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-16 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS**

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |  |  |      |               |        |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|---------------|--------|
| <b>D50EB010</b><br>16.001                                     | <b>Ud TOMA MUESTRA HORMIGÓN, 4 PROB.</b><br>Ud. Toma de muestras de hormigón fresco (serie de 4 probetas) de una misma amasada para control estadístico del hormigón, de acuerdo a EHE art. 88.4, incluyendo muestreo del hormigón, medida del asiento de cono, fabricación de 4 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, curado, refrentado y rotura a los días que el plan de control aprobado determine. |  |  |  |  |  | 2,00 | 52,53         | 105,06 |
| <b>D50EB040</b><br>16.002                                     | <b>Ud ESTUDIO TEÓRICO DOSIFICACIÓN</b><br>Ud. Estudio teórico y comprobación experimental de una dosificación de hormigón incluyendo la fábrica de 4 series de amasadas distintas de 3 probetas cilíndricas 15 x 30, curado, refrentado y ensayo a compresión, según UNE 83.301, 83.304, sin incluir los ensayos necesarios de los áridos.                                                             |  |  |  |  |  | 1,00 | 566,50        | 566,50 |
| <b>D50EB320</b><br>16.003                                     | <b>Ud ENSAYO DOB-DESDOBLADO ACERO</b><br>Ud. Ensayo de doblado -desdoblado de una probeta de acero realizado según UNE 36.088.                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |  |  |  |  | 9,00 | 15,45         | 139,05 |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C-16 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS. ....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |  |  |      | <b>810,61</b> |        |

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C-17 EQUIPAMIENTO**

**21002 Instalación de maquinaria con su equipamiento**  
17.001

|                        |      |           |  |  |  |           |           |      |           |
|------------------------|------|-----------|--|--|--|-----------|-----------|------|-----------|
| SILO DE BIOMASA        | 1,00 | 850,00    |  |  |  | 850,00    |           |      |           |
| SECADERO DE BIOMASA    | 1,00 | 18.550,00 |  |  |  | 18.550,00 |           |      |           |
| CALDERA DE BIOMASA     | 1,00 | 22.999,00 |  |  |  | 22.999,00 |           |      |           |
| BOMBA HIDRAULICA 35 CV | 7,00 | 450,00    |  |  |  | 3.150,00  |           |      |           |
|                        |      |           |  |  |  |           | 45.549,00 | 1,03 | 46.915,47 |

**21003 Partida para la gestión de**  
17.002

|                    |      |      |  |  |  |      |      |        |        |
|--------------------|------|------|--|--|--|------|------|--------|--------|
| CENTRAL DE BIOMASA | 1,00 | 1,05 |  |  |  | 1,05 |      |        |        |
|                    |      |      |  |  |  |      | 1,05 | 423,54 | 444,72 |

**TOTAL CAPÍTULO C-17 EQUIPAMIENTO. ....** **47.360,19**

## RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

| Código                                         | Capítulo                            | Total €           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| C-01                                           | ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO       | 8.037,11          |
| C-02                                           | RED DE SANEAMIENTO                  | 14.352,10         |
| C-03                                           | CIMENTACIONES                       | 82.858,63         |
| C-04                                           | ESTRUCTURA                          | 15.637,48         |
| C-05                                           | CERRAMIENTOS                        | 3.805,30          |
| C-06                                           | REVISTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS      | 694,00            |
| C-07                                           | CUBIERTAS                           | 22.446,32         |
| C-08                                           | AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN    | 2.182,40          |
| C-09                                           | CERRAJERÍA                          | 32.214,24         |
| C-10                                           | INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DOMÓTICA | 4.890,29          |
| C-11                                           | ILUMINACIÓN                         | 2.203,84          |
| C-12                                           | FONTANERÍA                          | 798,68            |
| C-13                                           | INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S  | 23.889,33         |
| C-14                                           | INSTALACIONES DE PROTECCIÓN         | 392,31            |
| C-15                                           | SEGURIDAD                           | 505,92            |
| C-16                                           | CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS        | 810,61            |
| C-17                                           | EQUIPAMIENTO                        | 47.360,19         |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. ....</b> |                                     | <b>263.078,75</b> |
| 15 % Gastos Generales. ....                    |                                     | 39.461,81         |
| 6 % Beneficio Industrial. ....                 |                                     | 15.784,73         |
| Suma. ....                                     |                                     | 318.325,29        |
| 21 % I.V.A. de Contrata. ....                  |                                     | 66.848,31         |
| <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA. ....</b>           |                                     | <b>385.173,60</b> |

=====

21 de Junio de 2023