



Universidad de Valladolid

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

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

TITULO: Proyecto de instalación térmica centralizada con biomasa para dar servicio de calefacción y A.C.S a la empresa GEINSO (Soria).

~~~~~

**AUTOR: JUAN SANTIAGO BERNA VILCHES**

**DEPARTAMENTO: Ingeniería agrícola y forestal**

**TUTORA: ADRIANA CORREA GUIMARAES**

**COTUTORAS: VIRGINIA PÉREZ LÓPEZ**

**M<sup>a</sup> PILAR LISBONA MARTÍN**

**SORIA, JUNIO DE 2019**

## AUTORIZACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO FIN DE GRADO

D.<sup>a</sup> Adriana Correa Guimaraes,

Profesor del departamento de Ingeniería agrícola y forestal como tutor del TFG titulado:  
Proyecto de instalación térmica centralizada con biomasa para dar servicio de calefacción y A.C.S a la empresa GEINSO (Soria).

Presentado por el alumno: D. Juan Santiago Berna Vilches da el V<sup>o</sup>. B<sup>o</sup>. y autoriza la presentación del mismo, considerando que cumple con los requisitos para ser presentado como TFG.

Soria, Junio de 2019

El tutor del TFG,

CORREA  
GUIMARAES  
ADRIANA - DNI  
12783183J

Fdo:.....

Firmado digitalmente por CORREA  
GUIMARAES ADRIANA - DNI 12783183J  
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES,  
o=UNIVERSIDAD DE VALLADOLID,  
ou=CERTIFICADO ELECTRONICO DE  
EMPLEADO PUBLICO,  
serialNumber=IDCES-12783183J, sn=CORREA  
GUIMARAES, givenName=ADRIANA,  
cn=CORREA GUIMARAES ADRIANA - DNI  
12783183J  
Fecha: 2019.06.21 14:29:29 +02'00'

## **RESUMEN DEL TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO: Proyecto de instalación térmica centralizada con biomasa para dar servicio de calefacción y A.C.S a la empresa GEINSO (Soria).

DEPARTAMENTO: Departamento de Ingeniería agrícola y forestal.

TUTORA: Adriana Correa Guimaraes.

COTURAS: Virginia Pérez Lopez y Maria Pilar Lisbona Martín.

AUTOR: Juan Santiago Berna Vilches.

### **RESUMEN:**

En el presente proyecto se lleva a cabo la sustitución de una caldera de gasóleo de la empresa Geinso por una caldera de biomasa.

Primero, se realiza un estudio de cargas térmicas para conocer de manera precisa las necesidades de calefacción, también se calculan las necesidades de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.). Una vez conocidas, se realiza un estudio de alternativas para elegir el combustible de biomasa más conveniente.

Tras esto, se elige y se dimensiona todos los componentes que van a formar parte de la instalación: caldera, silo, depósito de inercia, vaso de expansión, emisores de calor y bomba del circuito.

Contiene 5 documentos principales: Memoria, Planos, Pliego de condiciones, Mediciones y Presupuesto.

También consta de varios anexos en los que se encuentran de forma detallada todos los cálculos necesarios para el dimensionamiento de todos los equipos, un estudio de seguridad y salud y un informe comparativo de la certificación energética obtenida con la caldera actual de gasóleo y con la nueva de biomasa.

## Contenido

|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>DOCUMENTO Nº1. MEMORIA .....</b>                                                       | <b>5</b>   |
| 1. Hoja de identificación .....                                                           | 6          |
| 1.1 Título o denominación.....                                                            | 6          |
| 1.2 Emplazamiento .....                                                                   | 6          |
| 1.3 Promotor .....                                                                        | 6          |
| 1.4 Autor del proyecto.....                                                               | 6          |
| 2. Objeto del proyecto .....                                                              | 6          |
| 3. Alcance .....                                                                          | 6          |
| 4. Justificación.....                                                                     | 7          |
| 5. Antecedentes .....                                                                     | 8          |
| 6. Normas aplicables.....                                                                 | 8          |
| 7. Entorno y emplazamiento.....                                                           | 9          |
| 8. Situación inicial .....                                                                | 10         |
| 9. Descripción del proyecto: .....                                                        | 10         |
| 10. Ingeniería del proyecto .....                                                         | 16         |
| 10.1 Cálculo de la carga térmica del edificio de oficinas .....                           | 16         |
| 10.2 Cálculo del circuito hidráulico de calefacción .....                                 | 19         |
| 10.3 Descripción de los elementos principales de la instalación .....                     | 22         |
| 11. Resumen del presupuesto.....                                                          | 23         |
| 12. Estudio económico .....                                                               | 24         |
| <b>Anexos a la memoria .....</b>                                                          | <b>27</b>  |
| ANEXO A Antecedentes .....                                                                | 28         |
| ANEXO B Bases del proyecto .....                                                          | 30         |
| ANEXO C Normativa.....                                                                    | 36         |
| ANEXO D Biomasa para usos térmicos .....                                                  | 38         |
| ANEXO E Descripción de equipos y elementos de una instalación de biomasa<br>térmica. .... | 62         |
| ANEXO F programas de cálculo.....                                                         | 79         |
| ANEXO G. Estudio de alternativas, diseño y dimensionamiento del proyecto. ....            | 80         |
| ANEXO H Ejecución, puesta en marcha y mantenimiento de la instalación. ....               | 132        |
| ANEXO I Calificación energética .....                                                     | 140        |
| ANEXO J Estudio de seguridad y salud .....                                                | 150        |
| ANEXO K Bibliografía .....                                                                | 156        |
| <b>DOCUMENTO Nº2. PLANOS.....</b>                                                         | <b>158</b> |
| <b>DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>                                         | <b>159</b> |
| <b>DOCUMENTO Nº4. MEDICIONES .....</b>                                                    | <b>173</b> |
| <b>DOCUMENTO Nº5. PRESUPUESTO.....</b>                                                    | <b>176</b> |

# **DOCUMENTO N°1. MEMORIA**

# 1. Hoja de identificación

## 1.1 Título o denominación

Proyecto de instalación térmica centralizada con biomasa para dar servicio de calefacción y agua caliente sanitaria (A.C.S.) en edificio de oficinas de la empresa General de Instalaciones Sorianas S.L. (GEINSO).

## 1.2 Emplazamiento

La empresa objeto de estudio se encuentra ubicada en el Polígono Industrial las Casas, Calle I, Parcela 287, 42005 Soria. Las coordenadas de su ubicación son las siguientes:

- Latitud geográfica (N): 41°77'31"
- Longitud geográfica (W): 2°49'03"

## 1.3 Promotor

El presente proyecto se ha realizado por encargo del Gerente de General de Instalaciones Sorianas S.L. D. Jose Luís Romera Ortega, Ingeniero técnico industrial con DNI: 16788490P.

## 1.4 Autor del proyecto

El presente proyecto ha sido realizado por D. Juan Santiago Berna Vilches, con DNI: 72896306Z, alumno del grado de Ingeniería Agraria y Energética, perteneciente a la escuela de Ingeniería de la industria forestal, agronómica y de la bioenergía del Campus Duques de Soria (Universidad de Valladolid).

# 2. Objeto del proyecto

El objetivo del proyecto es la sustitución de la caldera actual de gasóleo de la empresa Geinso por una caldera cuyo combustible sea biomasa autóctona y respetuosa con el medio ambiente.

# 3. Alcance

En el presente proyecto se van a dimensionar todos los equipos, elementos y accesorios necesarios para dar servicio de calefacción al edificio de oficinas y de A.C.S. para el baño de la empresa Geinso.

Previo al dimensionamiento de la instalación se llevará a cabo un estudio de las cargas térmicas de todos los elementos que componen las estancias a calefactar, para así saber de

manera exacta, cuáles son las verdaderas necesidades térmicas totales de la superficie a calefactar. Todos los equipos seleccionados se dimensionarán de acuerdo con la normativa vigente y justificando las soluciones adoptadas.

El proyecto consta de los siguientes puntos:

1. Estudio previo las cargas térmicas de las estancias a calefactar.
2. Evaluación de alternativas del combustible utilizado para suministrar la caldera.
3. Descripción de todos los equipos y componentes que forman parte de la instalación térmica de biomasa.
4. Diseño y dimensionado de todos los elementos que van a formar parte de la instalación (caldera, silo de biomasa, vaso de expansión, bomba...) de acuerdo con la normativa vigente.
5. Elección de los emisores de calor adecuados en función de las necesidades térmicas de cada estancia.
6. Diseño y dimensionamiento de la red hidráulica de la instalación, así como de las pérdidas de carga de esta para la posterior elección de la bomba del circuito.
7. Cálculo del certificado energético de la instalación.

## 4. Justificación

La fluctuación del precio del gasóleo, las constantes averías de la caldera de 19 años de antigüedad, junto con la política de responsabilidad social de la empresa, han propiciado que Geinso se proponga la sustitución de su caldera de gasóleo por una cuyo combustible sea biomasa autóctona.

Por los motivos señalados se ha decidido sustituir la caldera de gasóleo por una de biomasa y redimensionar toda la instalación para que la nueva caldera opere en condiciones óptimas.

Otro de los motivos del cambio es la mejora de la certificación energética del edificio que se obtiene al sustituir una caldera cuyo combustible es gasóleo por una alimentada mediante biomasa, como se puede observar en el Anexo I.

## 5. Antecedentes

La demanda de calefacción y de A.C.S. del edificio de oficinas de Geinso se encuentra cubierta por medio de una caldera de gasóleo que es muy antigua. Esta caldera requiere un mantenimiento exhaustivo y bastante delicado. Además, en el último año ha sufrido numerosas averías, con un coste en términos económicos bastante elevado. La eficiencia de esta ha disminuido y necesita una mayor cantidad de combustible para su funcionamiento, debido a las pérdidas que tiene por varias juntas.

La política de la empresa se encuentra concienciada con el medio ambiente, uno de los objetivos que se han marcado es el empleo de energías renovables, y en una provincia como Soria en la que se dispone de biomasa, se plantean la posibilidad de sustituir la caldera actual de gasóleo, cuyos problemas se han mencionado en el párrafo anterior, por una caldera alimentada con biomasa autóctona.

## 6. Normas aplicables

### A nivel europeo / internacional:

Directiva (UE) 2018/2001 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables

Directiva (UE) 2018/844 del parlamento europeo y del consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

Directiva (UE) 2018/2002 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

Norma UNE EN ISO 17225-2:2014 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 Legionela en instalaciones.

A nivel nacional:

Plan de energías renovables (PER 2011-2020).

Plan nacional de acción de eficiencia energética 2017-2020.

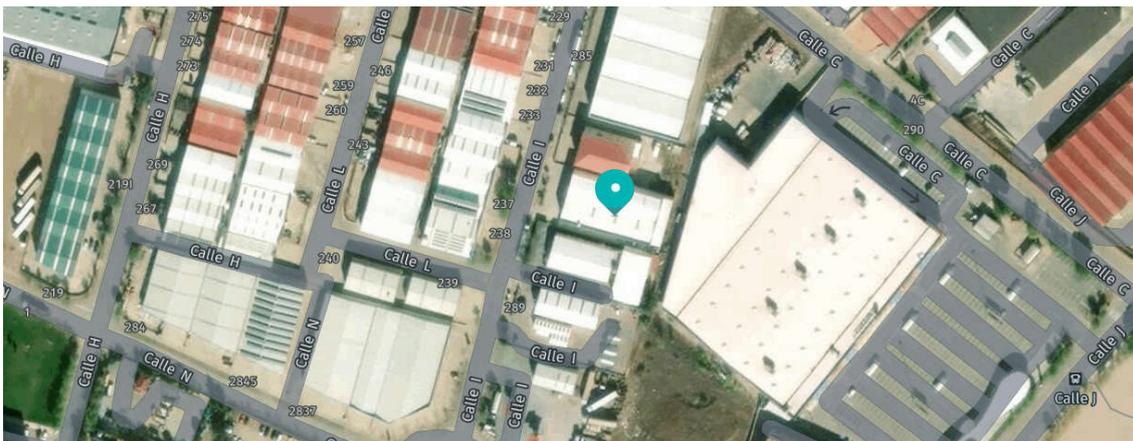
Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.

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.

## 7. Entorno y emplazamiento

El edificio objeto de estudio está ubicado en el Polígono Industrial las Casas, Calle I, Parcela 287 (Soria), según se puede observar en las Figura 1.



**Figura 1: Ubicación General de Instalaciones Sorianas en el mapa de carreteras (Geinso)**

La nave propiedad de Geinso tiene 605 m<sup>2</sup> de superficie útil, consta de una zona de oficinas, que se encuentra dividida en dos plantas y una zona de almacén de 242 m<sup>2</sup> que no se va a calefactar.

La zona a calefactar es la correspondiente a las oficinas, en la planta baja encontraremos la recepción, el baño, los vestuarios y la sala de calderas. La sala de calderas posee una buena accesibilidad para la descarga de todos los equipos que formarán parte de la instalación, así como la alimentación del silo de biomasa de la caldera.

En la planta alta se encuentran dos despachos, la sala de espera, la sala de reuniones y el archivo. La superficie y distribución de todas las estancias comentadas se puede observar los planos nº2 y nº3 del documento Planos.

## **8. Situación inicial**

Geinso tiene una caldera de Gasóleo de la marca Ferroli que proporciona una potencia de 58.1 kW. La caldera ha sido objeto de numerosas reparaciones en los últimos años y está llegando al final de su vida útil. Los emisores de calor que utilizan son radiadores de hierro fundido que están muy deteriorados.

La finalidad de este proyecto viene motivada por dos aspectos:

1. Aspecto económico: La caldera actual ha generado numerosos costes en cuanto a mantenimiento y reparaciones en los últimos años y por ello se ha decidido sustituirla por una nueva.
2. Aspecto medioambiental: Geinso es una empresa concienciada con el medio ambiente, como se ha mencionado en apartado anteriores tiene implantado un sistema de gestión ambiental de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 14001 y uno de los objetivos principales de cara a la auditoria del año 2020 es que la demanda de calefacción y de A.C.S de las oficinas sea cubierta por una caldera cuyo combustible sea biomasa, sustituyendo por tanto, la caldera actual de gasóleo y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

## **9. Descripción del proyecto:**

Primero de todo se van a calcular las cargas térmicas de las estancias del edificio de oficinas a calefactar para dimensionar de forma correcta la instalación.

Como se puede observar en los planos nº2 y nº3 del documento Planos, la nave consta de dos plantas, en la planta baja se sitúa la recepción, un baño, un vestuario, una sala de

calderas y un almacén (esta última estancia no será calefactada por decisión del promotor). La planta alta está formada por dos despachos, un archivo, una sala de espera y una sala de juntas (todas calefactadas).

Para el cálculo de las cargas térmicas de todas las estancias que se mencionan en el párrafo anterior es imprescindible conocer la superficie y el volumen de estas, cuyo valor se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1: Superficie y volumen de las estancias por calefactar.

| <b>Estancias</b> | <b>Superficie</b>    | <b>Volumen</b>        |
|------------------|----------------------|-----------------------|
| Recepción        | 121 m <sup>2</sup>   | 369.05 m <sup>3</sup> |
| Aseo             | 30.25 m <sup>2</sup> | 92.262 m <sup>3</sup> |
| Vestuario        | 30.25 m <sup>2</sup> | 92.262 m <sup>3</sup> |
| Archivo          | 18.91 m <sup>2</sup> | 57.675 m <sup>3</sup> |
| Sala de juntas   | 26.80 m <sup>2</sup> | 81.74 m <sup>3</sup>  |
| Despacho 2       | 23.50 m <sup>2</sup> | 71.675 m <sup>3</sup> |
| Sala de espera   | 17.98 m <sup>2</sup> | 54.839 m <sup>3</sup> |
| Despacho 1       | 25.70 m <sup>2</sup> | 78.385 m <sup>3</sup> |

Tras esto se calcula la transmitancia térmica de todos los cerramientos que componen las estancias por calefactar. Esta información está disponible en los planos de construcción de la nave, en los cuales vienen reflejados los materiales que se usaron para la construcción de los distintos cerramientos de esta (Muros, techos, suelos, ventanas, tabiques interiores...).

Con ayuda del programa CE3Xv2.3 de eficiencia energética en los edificios se calcula la resistencia térmica (R) de cada material que compone un cerramiento.

La transmitancia térmica se calcula como:

$$U_k = 1 / \sum R \quad (\text{Ecuación 1})$$

Conocida la resistencia de todos los materiales que componen los cerramientos, el cálculo de la transmitancia total del cerramiento se obtiene aplicando Ecuación 1. En la tabla 2 se

muestran resumidos los valores de la transmitancia térmica de cada cerramiento, cuyo cálculo viene detallado en el Anexo G.

**Tabla 2: Transmitancia térmica de los cerramientos del edificio.**

| Elementos del edificio objeto | Transmitancia térmica     |
|-------------------------------|---------------------------|
| Muros de fachada              | 0.613 W/m <sup>2</sup> ·K |
| Tabiques interiores           | 1,42 W/m <sup>2</sup> ·K  |
| Suelo                         | 1,587 W/m <sup>2</sup> ·K |
| Techo                         | 0,621 W/m <sup>2</sup> ·K |
| Puertas                       | 0,828 W/m <sup>2</sup> ·K |
| Ventanas                      | 1,452 W/m <sup>2</sup> ·K |

Una vez conocida la superficie y el volumen de las estancias, así como la transmitancia térmica de los cerramientos que componen las mismas, es necesario calcular el área que ocupa cada uno de los cerramientos de cada estancia. Estos cálculos se encuentran realizados de manera detallada en el Anexo G.

Tras estos cálculos se procede a conocer la demanda térmica de calefacción y de A.C.S que tiene el edificio de oficinas. La demanda total de calefacción se calcula a partir del estudio de cargas térmicas del edificio, cuyo resultado es de 43,57 kW. La demanda total de A.C.S es de 12,19 kW y se calcula a través de la Ecuación 2:

$$\text{Demanda ACS} = m \cdot C_{p_{\text{agua}}} \cdot \Delta T^a \quad (\text{Ecuación 2})$$

Todos los cálculos se encuentran detallados en el Anexo G.

Por lo tanto, la demanda térmica total de calefacción y A.C.S. será de 55.76 kW, sin embargo, el A.C.S va a ser utilizado en momentos puntuales, el único consumo de agua caliente es en los lavabos, por ello, la potencia de la caldera de biomasa que se va a elegir vendrá determinada únicamente por las necesidades de calefacción, es decir, 43,57 kW.

Se elige una caldera de biomasa con una potencia mayor a las necesidades térmicas del edificio, para asegurarse de que todas las estancias quedan calefactadas de forma correcta.

Antes de elegir la caldera de biomasa se realiza un estudio de alternativas de diferentes tipos de biomasa autóctona de la zona de Soria, para así elegir el biocombustible que mejor se adapte a las necesidades requeridas, tanto económicas como energéticas. La comarca de Pinares de la provincia de Soria es una zona de gran riqueza forestal, los biocombustibles con mejor accesibilidad y suministro son leña, astilla y pellet.

La leña es un combustible económico, pero su manejo no permite una alimentación automática que ofrezca una autonomía de más de 24 horas, por ello se desestima su utilización.

La astilla posee una densidad inferior que el pellet, por lo tanto, necesita una mayor capacidad de almacenamiento, su poder calorífico inferior (PCI) es menor que el pellet.

En el anexo G hay un estudio comparativo de la astilla frente al pellet, económicamente la astilla sería la opción más rentable, sin embargo, se desestima su utilización debido a que es necesario un mayor espacio de almacenamiento, del cual no se dispone.

Debido a su elevado poder calorífico, se realiza un estudio de las características energéticas y económicas del pellet de dos empresas de la provincia de Soria como son Amatex. y Biofor, ambas situadas a escasos Km de la capital soriana.

Ambos proveedores ofrecen un precio similar (un poco más barato Biofor), pero el de Amatex posee un mayor PCI y además tiene un contenido más bajo de humedad. A todo esto, tenemos que añadir, que Geinso como empresa dedicada a la instalación de equipos para calefacción y A.C.S está instalando numeras calderas de biomasa en nuevas edificaciones, y posee un descuento con Amatex para el suministro de pellet de un 20% por tonelada.

Debido a los argumentos anteriores el combustible elegido será el pellet de Amatex que posee las siguientes características:

1. PCI: 4840 Kcal/Kg
2. Densidad: 700 Kg/m<sup>3</sup>
3. Humedad: 8 %
4. Cenizas: 0.6 %

Una vez escogido el tipo de biocombustible que se va a utilizar para abastecer la caldera de biomasa, se tiene que elegir el modelo de esta.

Se ha seleccionado una caldera de pellets de la marca Froling modelo P4 que tiene un rendimiento del 94% y proporciona una potencia de 48 kW, suficiente para calefactar de forma eficiente todas las estancias del edificio de oficinas.

La elección de esta marca de calderas viene justificada por orden del contratista, ya que la empresa Geinso como empresa instaladora de calefacción y ACS casi siempre trabaja con la marca Froling para sus clientes y han obtenido resultados en términos energéticos, de rendimiento y vida útil de la misma bastante elevados.

La nueva caldera de pellets va a estar situada en la sala de calderas de Geinso, en el mismo lugar en el que se encuentra la caldera de gasóleo a sustituir. La sala de calderas, como se puede observar en el Plano nº2 del Documento Planos, tiene una superficie de 60.50 m<sup>2</sup>, espacio suficiente para la colocación de la caldera y de todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

Uno de esos elementos va a ser el silo de almacenamiento de pellets, el silo se dimensiona en función del consumo de la caldera. Según los cálculos que se encuentran detallados en el Anexo G, es necesario un volumen de 5.48m<sup>3</sup>. Se ha elegido un silo inclinado extensible de la marca Geobox modelo 17 speed con una capacidad que oscila entre 4.5-7.7 m<sup>3</sup>, debido a sus railes extensibles, suficiente para las necesidades requeridas.

El acceso a la sala de calderas es sencillo, ya que el camión que transporta los pellets puede acceder directamente desde la calle, por una puerta que tiene las dimensiones oportunas para que el camión descargue de forma neumática directamente los pellets en silo.

Tras seleccionar el combustible y la caldera se dimensionan los emisores de calor de cada estancia, por orden del contratista se eligen radiadores de chapa de acero de la marca BAXI-ROCA, que son los que utilizan normalmente en sus instalaciones y los que mejor rendimiento les han proporcionado.

En función de las necesidades de calor de cada estancia se dimensiona el número de radiadores y la potencia de estos. Una vez hecho los cálculos detallados en el Anexo G, se obtienen los siguientes resultados que vienen reflejados en la tabla 3.

**Tabla 3: Número de radiadores de cada estancia y potencia instalada en las mismas.**

| <b>Estancias</b> | <b>Cargas térmicas</b> | <b>Modelo emisor seleccionado</b> | <b>Nº Emisores</b> | <b>Potencia Instalada</b> |
|------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Recepción        | 13.711,387 W           | <b>ADRA 22-2100 S</b><br>P=2470 W | 5                  | 13.879,00 W               |
|                  |                        | <b>ADRA 22-1300 S</b><br>P=1529 W | 1                  |                           |
| Aseo             | 4.981,761 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 3                  | 5.057,00 W                |
|                  |                        | <b>ADRA 22-400 S</b><br>P=470 W   | 1                  |                           |
| Vestuario        | 4.981,761 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 3                  | 5.057,00 W                |
|                  |                        | ADRA 22-400 S<br>P=470 W          | 1                  |                           |
| Archivo          | 3.401,664 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 2                  | 3.528,00 W                |
|                  |                        | ADRA 22-400 S<br>P=470 W          | 1                  |                           |
| Sala de juntas   | 4.371,781 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 3                  | 4.587,00 W                |
| Despacho 2       | 3.957,594 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 2                  | 3.998,00 W                |
|                  |                        | ADRA 22-400 S<br>P=470 W          | 2                  |                           |
| Sala de espera   | 3.960,219 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 2                  | 3.998,00 W                |
|                  |                        | ADRA 22-400 S                     | 2                  |                           |

|                                                 |                    |                            |                                         |                    |
|-------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------------------|--------------------|
|                                                 |                    | P=470 W                    |                                         |                    |
| Despacho 1                                      | 4.208,063 W        | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W | 3                                       | 4.587,00 W         |
| <b>Carga<br/>térmica<br/>total<br/>edificio</b> | <b>43.574,23 W</b> |                            | <b>POTENCIA<br/>TOTAL<br/>INSTALADA</b> | <b>44.691,00 W</b> |

La potencia instalada es algo mayor que la carga térmica necesaria, por lo que así se puede asegurar que todas las estancias quedan calefactadas.

Por último, será necesario diseñar y dimensionar el circuito hidráulico de distribución. La instalación hidráulica se divide en tramos y se calcula el caudal que pasa por cada uno de los mismos. Después se calculan las pérdidas de carga del circuito y se dimensiona la bomba de impulsión.

## 10. Ingeniería del proyecto

En este apartado se van a describir los cálculos llevados a cabo para el dimensionamiento de todos los equipos que forman parte del proyecto y que se encuentran de forma detallada en el anexo G.

También se van a describir todos los elementos que forman parte de la instalación, que se encuentran reflejados en el plano nº 4 del Documento Planos.

### 10.1 Cálculo de la carga térmica del edificio de oficinas

Como se ha mencionado en apartados anteriores, el primer paso para conocer las cargas térmicas de los distintos cerramientos que componen las estancias del edificio objeto de estudio es calcular el valor de la transmitancia térmica de todos los materiales que componen los distintos cerramientos.

Su valor se obtiene tal y como se explica a continuación:

- $R = d / \lambda$ , donde:

(Ecuación 3)

- R: Resistencia de la superficie interior o exterior según el flujo térmico horizontal, ascendente o descendente. Unidad:  $m^2 \cdot K/W$ .
  - d: Espesor de cada material aislante que integra un elemento determinado. Unidad: m.
  - $\lambda$ : Conductividad térmica de cada material. Unidad:  $W / m \cdot K$ .
  - $U_k$ : Transmitancia térmica de cada elemento. Unidad:  $W/m^2 \cdot K$ .
- $U_k = 1 / \sum R$ , siendo: (Ecuación 4)
    - $U_k$ : Transmitancia térmica de cada elemento. Unidad:  $W/m^2 \cdot K$ .

El procedimiento de cálculo completo para todos los cerramientos se encuentra en el anexo G, en el apartado de cálculo de cargas térmicas, para su estimación se utiliza el programa CE3X v2.3 de eficiencia energética que devuelve el valor de  $U_k$  de todos los materiales que componen los cerramientos.

En la tabla 4 se muestra el valor de la transmitancia térmica de cada cerramiento.

**Tabla 4: Transmitancia térmica de los cerramientos que componen las estancias a calefactar.**

| Elementos del edificio objeto | Transmitancia térmica |
|-------------------------------|-----------------------|
| Muros de fachada              | 0.613 $W/m^2 \cdot K$ |
| Tabiques interiores           | 1,42 $W/m^2 \cdot K$  |
| Suelo                         | 1,587 $W/m^2 \cdot K$ |
| Techo                         | 0,621 $W/m^2 \cdot K$ |
| Puertas                       | 0,828 $W/m^2 \cdot K$ |
| Ventanas                      | 1,452 $W/m^2 \cdot K$ |

Una vez conocida la transmitancia térmica de los cerramientos, se calcula el área que cada uno de ellos ocupa en cada estancia a calefactar. Tras esto se calculan las pérdidas térmicas por transmisión, por ventilación y debidas a la capacidad de calentamiento:

- Pérdidas térmicas por transmisión:  $Q_k = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$  (Ecuación 5)

donde:

- $Q_k$  Pérdida térmica por transmisión en W.
  - $f_k$ : Factor corrector de temperatura de un elemento k. Valor tabulado [4].
  - $A_k$ : Área del elemento k en  $m^2$ .
  - $U_k$ : Transmitancia del elemento k en  $W/m^2 \cdot K$
  - $\theta_{int}$ : Temperatura interior de diseño en  $^{\circ}C$ .
  - $\theta_e$ : Temperatura exterior de diseño en  $^{\circ}C$
- 
- Pérdidas térmicas por ventilación:  $Q_v = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$  (Ecuación,6)

siendo:

- $Q_v$ : Pérdida térmica por ventilación en W.
  - 0,34: Resulta de multiplicar el calor específico del aire ( $0,24 \text{ kcal/kg}^{\circ}C$ ) por la densidad del aire ( $1,28 \text{ kg/m}^3$ ).
  - $V_{min,i}$ : caudal mínimo de aire del espacio calentado (i) en  $m^3/h$  y se calcula:
  - $V_{min,i} = n_{min} \cdot V_i$ , donde:
    - $n_{min}$  es el índice de renovación mínima del aire exterior cada hora. Su valor es  $1,5h^{-1}$  en el caso del aseo, y de  $0,5h^{-1}$  en el resto de la vivienda [4].
    - $V_i$  es el volumen interior en  $m^3$  del espacio calentado i.
- 
- Capacidad de calentamiento:  $Q_{RH} = A_i \cdot f_{RH}$  (Ecuación 7)

siendo:

- $Q_{RH}$ : Capacidad de calentamiento en W.
- $A_i$ : Área ( $m^2$ ) de suelo del espacio calentado.
- $f_{RH}$ : actor de recalentamiento y su valor depende del tiempo de reconexión necesario en función de la caída de temperatura dada tras la desconexión [4].

Por último, la carga térmica total ( $Q_T$ ) del edificio será igual a la suma de las cargas térmicas por trasmisión por conducción y debidas a la capacidad de calentamiento.

Carga térmica total:  $Q_T = Q_k + Q_v + Q_{RH}$ . (Ecuación 8)

En la tabla 5 se muestra el valor de las cargas térmicas de cada estancia del edificio de oficinas a calefactar.

**Tabla 5: Carga térmica total del edificio de oficinas.**

| <b>Estancias</b>                    | <b>Cargas térmicas</b> |
|-------------------------------------|------------------------|
| Recepción                           | 13.711,387 W           |
| Aseo                                | 4.981,761 W            |
| Vestuario                           | 4.981,761 W            |
| Archivo                             | 3.401,664 W            |
| Sala de juntas                      | 4.371,781 W            |
| Despacho 2                          | 3.957,594 W            |
| Sala de espera                      | 3.960,219 W            |
| Despacho 1                          | 4.208,063 W            |
| <b>Carga térmica total edificio</b> | <b>43.574,23 W</b>     |

Una vez calculadas las cargas térmicas de cada estancia y por lo tanto la carga térmica total del edificio por calefactar, se procede a la elección de una caldera que tenga una potencia ligeramente superior a la carga térmica total, para asegurar de esta manera que todas las estancias quedan correctamente calefactadas y que en todas ellas se hace posible que exista una temperatura adecuada de trabajo.

Tras esto, como se ha visto en el apartado de descripción del proyecto se dimensionarán los emisores de calor (radiadores en este caso), en función de las cargas térmicas de cada estancia.

## **10.2 Cálculo del circuito hidráulico de calefacción**

Para dimensionar el circuito hidráulico de calefacción, primero se tendrá que calcular el caudal que pasa por cada elemento terminal (en nuestro caso radiadores), luego se procede al dimensionado de la red de tuberías y por último se selecciona la bomba.

El caudal total de la instalación, así como el de los diferentes tramos se calcula a través de la siguiente fórmula:

- $Q = \frac{\text{Potencia}}{\rho \cdot C \cdot (T_i - T_r)}$  (Ecuación 9)
  - Potencia: Suma de la emisión calorífica de todos los radiadores que componen la instalación. Es la pérdida de energía que tienen que cubrir los radiadores de la instalación.
  - $T_i$ : Temperatura de ida (°C)
  - $T_r$ : Temperatura de retorno (°C)
  - $\rho$ : Densidad del agua: 1.000 kg/m<sup>3</sup>
  - $C$ : Capacidad calorífica del agua por unidad de masa: 4.184 kJ/(K· Kg)

El caudal total de la instalación será de 2.26 m<sup>3</sup>/h.

A continuación, se divide la instalación en tramos de tuberías, y se calcula el caudal que pasa por cada tramo, tanto de la planta alta como de la planta baja. Estos cálculos se encuentran de forma detallada en el anexo G en el apartado de cálculo hidráulico.

Posteriormente, se elige el tipo de tubería, en este caso tubería de cobre. Según el punto 4.2.1 del Documento Básico de salubridad del CTE se debe respetar que la velocidad del agua en tuberías de cobre se encuentre entre 0.25 y 2.00 m/s, para evitar ruidos y formación de sedimentos. [16]

Calculado el caudal total y el material de la tubería, por de medio de tablas a las que se accede con estos dos parámetros se calcula el diámetro de tubería de cada tramo.

Tras esto se procede al cálculo de las pérdidas de carga del circuito para así poder dimensionar la bomba necesaria.

Para el cálculo de las pérdidas de carga hay numerosas fórmulas, en este caso se utiliza la de Darcy-Weisbach:

- $H = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9.81}$  (Ecuación 10)
  - $H$ : Pérdida de carga en (m.c.a)
  - $\lambda$ : Coeficiente de fricción (adimensional)
  - $L$ : Longitud del tramo de tubería (m)
  - $D$ : Diámetro de la tubería (m)

- v: Velocidad de fluido (m/s)

El coeficiente de fricción  $\lambda$  depende del número de Reynolds que se calcula a través de la siguiente ecuación:

- $Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$  (Ecuación 11)
  - Re: Valor del número de Reynolds (Adimensional).
  - $\rho$ : Densidad del agua a 70 °C (977.8 Kg/m<sup>3</sup>) [15]
  - $\mu$ : Viscosidad dinámica del agua a 70 °C (0.000404 Ns/m<sup>2</sup>) [15]
  - v: Velocidad del fluido (m/s)

A su vez la v se calculará de la siguiente manera:

- $v = Q/S$ : (Ecuación 12)
  - Q= Caudal de cada tramo (m<sup>3</sup>/s)
  - $S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$  (m<sup>2</sup>)

Si el número de Reynolds es menor de 4000 nos encontramos en régimen estacionario y el coeficiente de fricción se calculará de la siguiente manera:

- $\lambda = 64/Re$  (Ecuación 13)

Por otro lado, si el número de Reynolds es mayor de 4000 estaremos en régimen turbulento. En dicho régimen hay 3 ecuaciones en función de si es liso o rugoso. Se va a utilizar una aproximación que es válida entre los valores de Reynolds 4000 y  $1 \cdot 10^8$  en tuberías hidráulicamente lisas. La ecuación que vamos a utilizar es la ecuación de Filonenko [14]

- $\lambda = [1.82 \cdot \text{Log}(Re) - 1.64]^{-2}$  (Ecuación 14)

Sustituyendo la ecuación 14 en la ecuación de Darcy-Weisbach (Ecuación 10) se calcula la pérdida de carga que tenemos en cada tramo de tubería. Una vez se han realizado los cálculos en el anexo G se obtienen los siguientes resultados.

La pérdida de carga total en la instalación será de:  $H_{\text{Total}} = 2.52$  mca.

Por último, hay que determinar bomba de la instalación del circuito hidráulico, sabiendo que el  $Q_{\text{Total}} = 2.26$  m<sup>3</sup>/h,  $H_{\text{Total}} = 2.52$  mca.

Se elige una bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130 que tiene la siguiente curva característica:

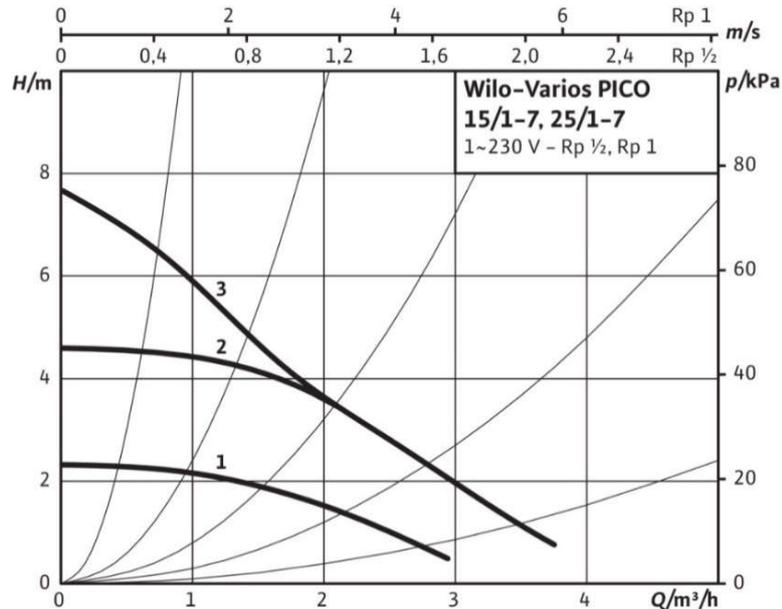


Figura 2: Curva característica de la bomba elegida. Fuente: Wilo.

Como se observa en la curva característica de la bomba con un  $Q_{\text{Total}} = 2.26 \text{ m}^3/\text{h}$  y  $H_{\text{Total}} = 2.52 \text{ mca}$ , está dentro del el rango 1 de operación de la bomba.

### 10.3 Descripción de los elementos principales de la instalación

- Caldera de pellets con tolva: Es el elemento encargado de generar calor, quemando el combustible contenido en su tolva. Va a distribuir el agua caliente hacia el depósito de inercia y hacia los radiadores.
- Deposito de inercia: Consiste en un acumulador de inercia en cuyo interior presenta un segundo acumulador de A.C.S. más pequeño, que se calienta debido a la ebullición del agua que proviene de la caldera. El calor se transfiere de uno a otro a través de un serpentín, que actúa de intercambiador de calor.
- Vaso de expansión: Es un equipo cuya función es absorber los incrementos de volumen por cambio de fase del fluido caloportador, evitando que el circuito alcance presiones demasiado elevadas.
- Bomba: La bomba es un equipo que consume electricidad y la transforma mediante un motor eléctrico en movimiento de un rotor que impulsa el fluido del circuito
- Radiadores: Son los elementos encargados de transmitir el calor generado en la caldera.

## 11. Resumen del presupuesto

A continuación, se muestra un resumen del presupuesto final, que se encuentra completamente detallado en los Documentos nº4 y nº5.

| Partida                                         | Unidad  | Importe    |
|-------------------------------------------------|---------|------------|
| Caldera de Pellet Froling de 48 KW              | 1 ud    | 5.481,65 € |
| Silo Geobox 21 Speed                            | 1 ud    | 2.217,61 € |
| Codo 90° aislado inox/inox d.int.125mm          | 9 ud    | 344,66 €   |
| Depósito de inercia con acumulador Lapesa G-260 | 1       | 1.576,58 € |
| Tubería instalación calefacción 22x1,00mm       | 136,5 m | 1.102,41€  |
| Panel ADRA BAXI 2100 Modelo 22x2100 S           | 5 ud    | 1.795,01 € |
| Panel ADRA BAXI 1300 Modelo 22x1300 S           | 19 ud   | 3.334,63 € |
| Panel ADRA BAXI 400 Modelo 22x400 S             | 7 ud    | 695,01 €   |
| Termostato ambiente programación                | 1 ud    | 84,30 €    |
| Bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130               | 1 ud    | 1.243,03 € |
| Vaso de expansión V018 suspendido 18 L          | 1 ud    | 82,84 €    |
| Válvula termostática Roca ½ pulgada             | 31 ud   | 689,53 €   |

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL..... 18.647,25 €**

13,00 % Gastos generales..... 2.424,14 €  
 6,00 % Beneficio industrial..... 1.118,83 €  
 SUMA de los G.G. y el B.I. 3.542,98 €  
 21,00 % IVA.....3.915,92 €

**TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 26.106,14 €**

**TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 26.106,14 €**

El presupuesto de licitación asciende con impuestos incluidos a la cantidad de **VEINTISEIS MIL CIENTO SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS.**

Soria, Junio de 2019

Fdo: Juan Santiago Berna Vilches  
 Alumno de Grado de Ingeniería Agraria y Energética

## 12. Estudio económico

Además de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, uno de los principales motivos de la sustitución de la caldera de gasóleo por la de pellets reside en el aspecto económico.

A continuación se va a realizar un análisis comparativo del coste de ambos tipos de energía a lo largo de la vida útil de una caldera.

Se va a llevar a cabo un estudio comparativo de dos opciones:

- Continuar con la caldera actual, lo que supone un mayor consumo de gasóleo debido a su baja eficiencia y altos costes de mantenimiento debido a que se trata de una caldera de 19 años que está llegando al máximo de su vida útil.
- Sustitución de la caldera actual de gasóleo por una de biomasa.

### Coste unitario del Pellet:

Para calcular el coste unitario del Pellet utilizamos la siguiente fórmula en la cual sustituimos los valores relativos al tipo de pellet elegido que hemos detallado en la memoria en apartados anteriores.

$$\text{Coste unitario Pellet} \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) = \frac{\text{Precio Pellet} \left( \frac{\text{€}}{\text{Kg}} \right)}{\text{PCI Pellet} \left( \frac{\text{KWh}}{\text{Kg}} \right)} \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$\text{Coste unitario Pellet} \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) = \frac{0,22 \left( \frac{\text{€}}{\text{Kg}} \right)}{5,63 \left( \frac{\text{KWh}}{\text{Kg}} \right)} = 0,039 \frac{\text{€}}{\text{KWh}}$$

### Coste unitario del Gasóleo:

Para calcular el coste unitario del Gasóleo, se acude la ficha técnica del mismo proporcionada por la compañía distribuidora para ver los valores de densidad, PCI y precio del gasóleo.

$$\text{Coste unitario Gasóleo} \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) = \frac{\text{Precio Gasóleo} \left( \frac{\text{€}}{\text{Kg}} \right)}{\text{PCI Gasóleo} \left( \frac{\text{KWh}}{\text{Kg}} \right)} \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$\text{Coste unitario Gasóleo} \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) = \frac{0,922 \left( \frac{\text{€}}{\text{L}} \right) \cdot \left( \frac{1000 \text{ L}}{\text{m}^3} \right)}{11,80 \left( \frac{\text{KWh}}{\text{Kg}} \right) \cdot \left( \frac{832 \text{ Kg}}{\text{m}^3} \right)} = 0,094 \frac{\text{€}}{\text{KWh}}$$

Coste anual del pellet y del gasóleo:

Para calcular el coste anual de pellet y gasóleo es necesario conocer el consumo de energía anual de Geinso. La empresa nos ha proporcionado los consumos energéticos de los últimos 10 años y tras hacer una media, tenemos un consumo anual de 54.450,64  $\left( \frac{\text{KWh}}{\text{año}} \right)$

Coste anual del pellet.

$$C. \text{ anual Pellet} \left( \frac{\text{€}}{\text{año}} \right) = C. \text{ unitario Pellet} \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) \cdot \text{Consumo Energía} \left( \frac{\text{KWh}}{\text{año}} \right) \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$\text{Coste anual Pellet} \left( \frac{\text{€}}{\text{año}} \right) = 0,039 \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) \cdot 54.450,64 \left( \frac{\text{KWh}}{\text{año}} \right)$$

$$\text{Coste anual Pellet} = 2.123,57 \left( \frac{\text{€}}{\text{año}} \right)$$

Coste anual del gasóleo.

$$C. \text{ anual Gasóleo} \left( \frac{\text{€}}{\text{año}} \right) = C. \text{ unitario Gasóleo} \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) \cdot \text{Consumo Energía} \left( \frac{\text{KWh}}{\text{año}} \right) (\text{Ecuación 18})$$

$$\text{Coste anual Gasóleo} \left( \frac{\text{€}}{\text{año}} \right) = 0,094 \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) \cdot 54.450,64 \left( \frac{\text{KWh}}{\text{año}} \right)$$

$$\text{Coste anual Gasóleo} = 5.118,36 \left( \frac{\text{€}}{\text{año}} \right)$$

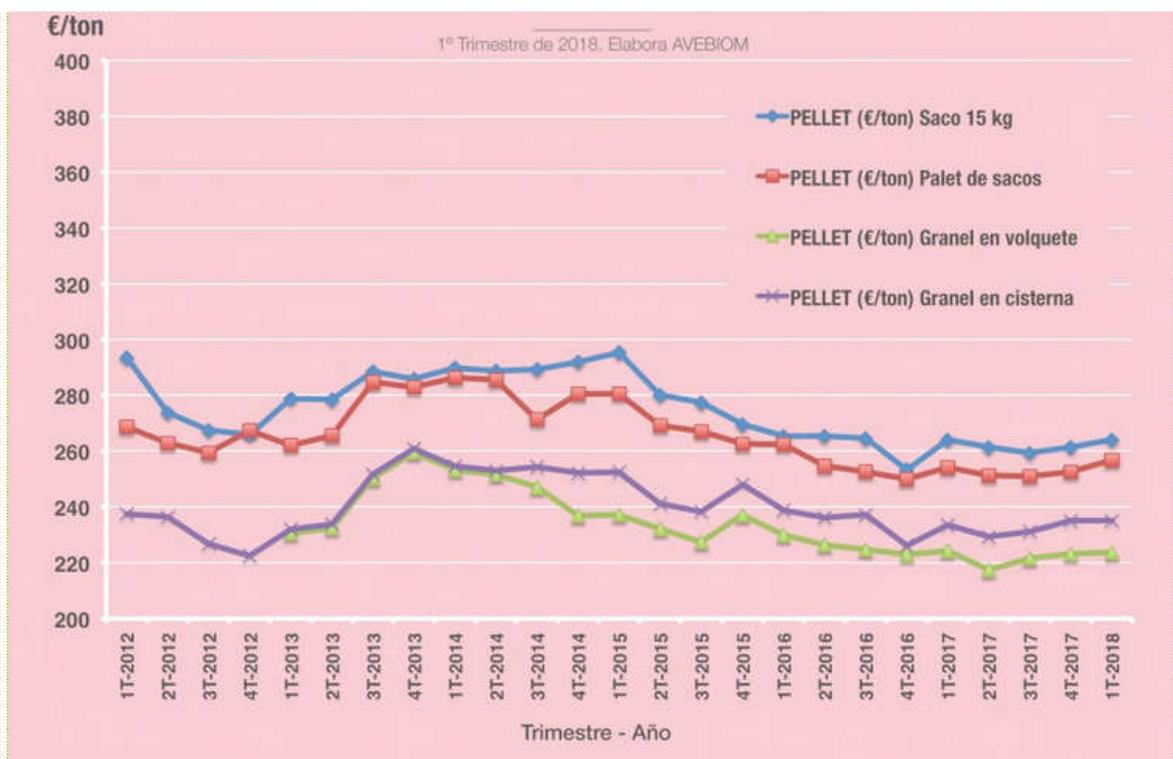
Con datos de 2019, se puede apreciar que el coste anual del pellet es mucho menor que el de gasóleo.

El gasóleo es un combustible cuyo precio ha fluctuado mucho durante los últimos años, como se puede observar la figura 3.



**Figura 3: Evolución del precio del gasóleo de calefacción en los últimos años. Fuente: DatosMacro.**

Por otro lado, la evolución del precio del pellet destinado a calefacción no varía mucho, es más constante, como se puede ver en la figura 4 .



**Figura 4: Evolución del precio de pellet destinado a calefacción en los últimos años. Fuente: Avebiom.**

Por lo tanto, es complicado realizar un estudio comparativo a largo plazo de la diferencia de coste anual que tenemos con el pellet respecto al gasóleo, ya que los precios de este último fluctúan demasiado año tras año.

## **Anexos a la memoria**

## ANEXO A Antecedentes

El bienestar de las personas es un elemento primordial a la hora de tener una buena calidad de vida, por ello el bienestar de los trabajadores en el entorno de trabajo es uno de los factores principales que una empresa debe tener en cuenta a la hora de su implantación. El tema que aborda este proyecto está directamente ligado con el bienestar, ya que la climatización adecuada, así como el acceso a agua caliente sanitaria en el ámbito de trabajo es uno de los factores más importantes para que el trabajador pueda desarrollar su actividad lo más eficientemente posible.

El sector energético español sigue dependiendo en un porcentaje bastante elevado de las fuentes de energía fósiles. Todas las políticas y planes de acción desarrollados por los gobiernos tienen un objetivo común, conseguir un sector energético más competitivo, y que a su vez garantice un nivel adecuado de independencia energética, que sea respetuoso con el medio ambiente y sostenible. Las energías renovables deben jugar un importante papel como sustitutas de los combustibles fósiles tradicionales (petróleo, carbón y gas natural) que emiten gran cantidad de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido, la reciente directiva europea de energías renovables establece un objetivo global y vinculante para que la energía procedente de fuentes renovables sea de al menos el 32% del consumo final bruto de energía de la UE en 2030 [25].

Hoy en día el ahorro y la eficiencia energética están estrechamente relacionados. La eficiencia energética en edificios lo que intenta es reducir el consumo energético en general. El sector de la edificación supone el 50% del consumo energético de toda Europa. Este consumo es debido principalmente a los sistemas de calefacción e iluminación tanto de edificios de uso terciario como residenciales. La Directiva de Eficiencia Energética en la Edificación publicada en 2018 tiene como objetivo principal la descarbonización del parque inmobiliario (poner número y referencia a esta directiva en bibliografía es la directiva 2018/844). Iniciativas de uso de energías renovables, pueden contribuir a la consecución de estos objetivos.

Además, la Directiva de Eficiencia Energética [26], establece un objetivo para 2030 del 32,5% de eficiencia energética. Esto implica el empleo de equipos cada vez más eficientes, como los disponibles actualmente en el mercado.

Establece un objetivo para 2030 del 32,5% de eficiencia energética, expresada esta en consumo de energía primaria o energía final, con una posible revisión al alza en 2023.

Para ello, se toman medidas como el cambio del modelo de alumbrado, optimización de los espacios, revestimientos, sustitución de combustibles fósiles tradicionales por energías renovables para generar calor o electricidad.

El término biomasa tiene distintas acepciones, si acudimos al diccionario de la RAE, se define biomasa como: “Materia orgánica originada en un proceso biológico espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”. [2]

La realización de este proyecto es para una empresa que tiene servicio de calefacción de gasóleo, empleando una caldera de 19 años, que supone elevados gastos de mantenimiento debido a sus continuas averías. La empresa está comprometida con el medio ambiente y por tanto, se plantea sustituir esta caldera por otra más eficiente y que emplee energía renovable. En este proyecto se estudia reemplazar la caldera por otra abastecida mediante biomasa autóctona.

## ANEXO B Bases del proyecto

### B.1 Introducción:

En este proyecto se va a llevar a cabo un estudio sobre las diferentes alternativas existentes para proceder al cambio de la caldera de gasóleo del edificio de oficinas de una empresa seleccionada, por una caldera cuyo combustible sea biomasa.

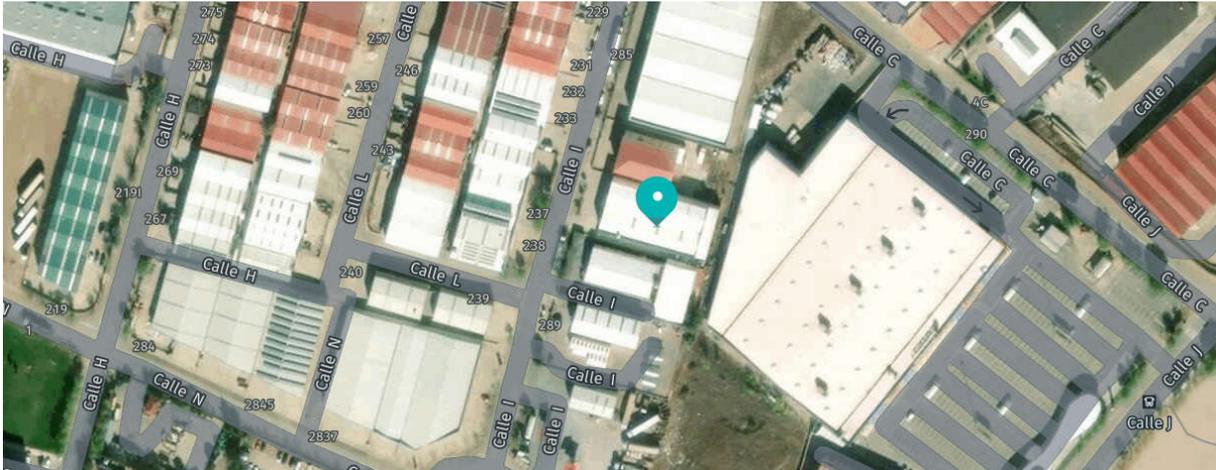
### B.2 Ubicación y descripción general:

El edificio de oficinas seleccionado se encuentra en una nave que pertenece a la empresa GEINSO (General de Instalaciones Sorianas). GEINSO es una empresa fundada en el año 2000 con domicilio social en Soria, cuya actividad principal es la provisión de servicios, instalaciones y mantenimientos de calefacción, gas, fontanería, climatización y energía solar a empresas, administración y particulares. [3] La nave consta de dos partes, una destinada a oficinas, dividida en 2 plantas y en donde se encuentran los distintos despachos, y la otra para guardar la maquinaria, materia prima y vehículos.



**Figura B.1: Nave Geinso.**

La empresa GEINSO se encuentra ubicada en la ciudad castellanoleonesa de Soria en el polígono Industrial las Casas, Calle I, Parcela 287. [3]



**Figura B.2: Ubicación General de instalaciones sorianas (Geinso).**

Los servicios que ofrece esta empresa son los siguientes:

- Servicio de fontanería:
  - Instalaciones de fontanería: conducción de agua fría y caliente, doméstica e industrial. Instalamos sistemas de distribución de agua en todos los materiales.
  - Evacuación (PVC): Saneamientos enterrados, saneamientos colgados, redes de desagüe, bajantes insonoras y equipos de bombeo de aguas fecales o limpias.
  - Impulsión de agua Grupos de presión de agua fría o caliente, fuentes y extracción de agua.
  - Recogida de aguas: canalones y bajantes vistas en cinc, cobre y PVC.
  - Aparatos sanitarios, griferías y accesorios baño: montaje y venta.
  - Producción de agua caliente sanitaria. Acumulación: Termos eléctricos, acumuladores ACS con bomba de calor, Inter acumuladores para caldera o colectores solares con o sin apoyo eléctrico, Calentador-acumulador a gas e intercambiadores de placas o tubular.
  - Instantáneos:  
Calentador a gas o eléctrico.
- Servicio de calefacción:
  - Instalaciones de calefacción, generadores:
    - Calderas murales a gas, solo calefacción o mixtas.
    - Calderas de pie de fundición o chapa, solo calefacción o mixtas.
    - Quemadores a gas o gasóleo.

- Emisores: Radiadores por elementos de hierro fundido. Radiadores por elementos de chapa, radiadores por elementos de aluminio, paneles radiador de chapa, radiadores toallero, uniremos, suelo radiante por agua caliente.1
- Mantenimiento de Calefacción: Se realiza el mantenimiento integral de calefacciones domesticas o industriales.
- Control y regulación:
  - Control y regulación en función de condiciones exteriores.
  - Control por planta, zona o local.
  - Control individual en emisor.
  - Control domótico.
- Gas:
  - En Geinso se realiza la instalación, el mantenimiento, la revisión y las correcciones en las instalaciones de Gas.
  - Certificación de Gas.
  - Instalaciones de gas:
    - Instalaciones enterradas en P.A.
    - Instalaciones vistas en acero o cobre.
    - Instalaciones envainadas en acero o cobre.
    - Instalaciones interiores.
    - Detección y corte de suministro.
- Servicio de climatización:
  - Cálculo e instalaciones de frío y calor domésticas.
  - Equipos de Split (suelo, techo, pared, conductos):
    - Simples
    - Múltiples
  - Purificadores.
  - Enfriadoras para fancoils.
  - Refrescamiento para suelo radiante.
- Energías renovables:
  - En Geinso realizan estudios económicos sobre alternativas energéticas e instalaciones solares.
  - Ofrecen soluciones de energía solar:
    - Solar térmica para agua caliente sanitaria por acumulación y apoyo de calefacción.
    - Solar fotovoltaica aislada para consumo en la propia instalación.
    - Solar fotovoltaica conectada a red.

### B.3 Situación actual:

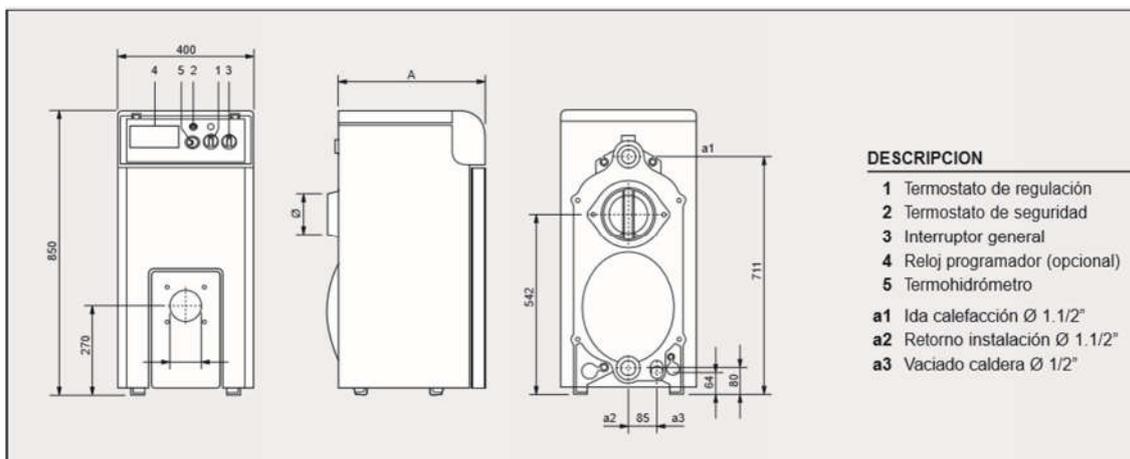
La elección de una caldera de calefacción central es importante. Es necesario que sea: robusta, de altas prestaciones, de fácil de uso y mantenimiento, silenciosa, bien aislada y económica.

Las necesidades de calefacción y A.C.S. de GEINSO, actualmente, son satisfechas por medio de una caldera Ferroli GNM-05 que posee una potencia nominal útil de 58.1 kW.

Los emisores de calor que existen actualmente son radiadores de hierro fundido.

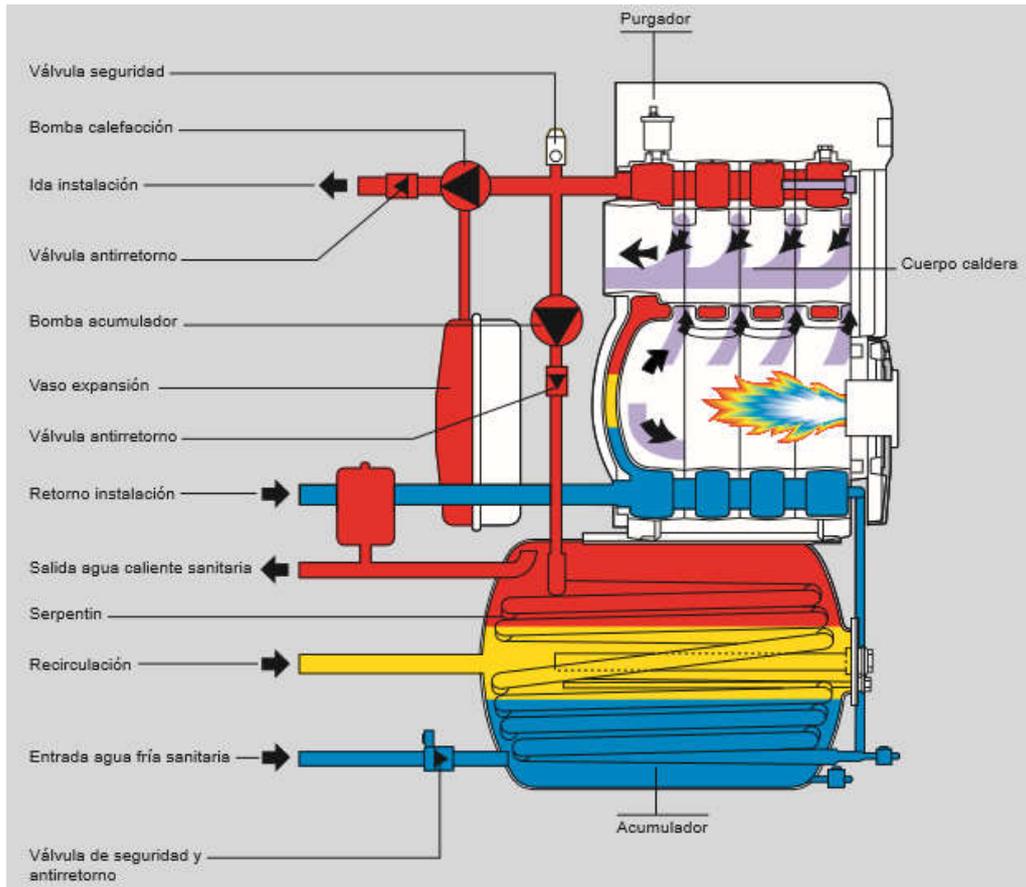
| Tipo              | Potencia nominal útil |               | Gasto calorífico P.C.I. |               | N° elementos | Dimensiones |            |            | Conexiones    |             | Contenido agua L | Presión de trabajo kg/cm² | Peso kg    |
|-------------------|-----------------------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|-------------|------------|------------|---------------|-------------|------------------|---------------------------|------------|
|                   | kW                    | kcal/h        | kW                      | kcal/h        |              | A           | B          | Ø          | a1 - a2       | a3          |                  |                           |            |
| GN1 M - 03        | 34,9                  | 30.000        | 38,7                    | 33.300        | 3            | 432         | 105        | 130        | 1.1/2"        | 1/2"        | 14               | 4                         | 100        |
| GN1 M - 04        | 46,5                  | 40.000        | 51,6                    | 44.400        | 4            | 532         | 105        | 130        | 1.1/2"        | 1/2"        | 17               | 4                         | 125        |
| <b>GN1 M - 05</b> | <b>58,1</b>           | <b>50.000</b> | <b>64,5</b>             | <b>55.500</b> | <b>5</b>     | <b>632</b>  | <b>105</b> | <b>180</b> | <b>1.1/2"</b> | <b>1/2"</b> | <b>20</b>        | <b>4</b>                  | <b>150</b> |
| GN1 M - 06        | 69,8                  | 60.000        | 77,5                    | 66.600        | 6            | 732         | 125        | 180        | 1.1/2"        | 1/2"        | 23               | 4                         | 175        |
| GN1 M - 07        | 81,4                  | 70.000        | 90,4                    | 77.700        | 7            | 832         | 125        | 180        | 1.1/2"        | 1/2"        | 26               | 4                         | 200        |
| GN1 M - 08        | 93,0                  | 80.000        | 103,3                   | 88.800        | 8            | 932         | 125        | 180        | 1.1/2"        | 1/2"        | 29               | 4                         | 225        |

**Figura B.3: Características técnicas de la caldera Ferroli GNM-05.**



**Figura B.4: Descripción de componentes y parámetros de la caldera Ferroli GNM-05.**

El cuerpo de las calderas GN M es de hierro fundido, material ideal por su resistencia y duración, para responder a todas las exigencias de calefacción. La calidad de la fundición utilizada responde a las más severas normas europeas (norma DIN 1691). Los elementos de hierro fundido han sido proyectados con una tecnología ultramoderna y un riguroso control de calidad asegura una óptima fiabilidad. [4]



**Figura B.5: Esquema general de los componentes de la Caldera Ferroli GNM-05**

El quemador de la caldera es el modelo SUN G10 de la marca Ferroli, como se observa en las figuras 5 y 6. SUN G10 es un quemador de gasóleo, apto para ser usado en la mayor parte de las calderas presentes actualmente en el mercado gracias a que es altamente compacto y a su diseño original. El cuidado en el diseño y la producción industrial han permitido obtener una máquina bien equilibrada, con altos rendimientos, bajas cantidades de emisiones de CO y NOx y una llama muy silenciosa. [5]



Figura B.6: Quemador Ferroli SUN G10. Fuente: Ferroli.

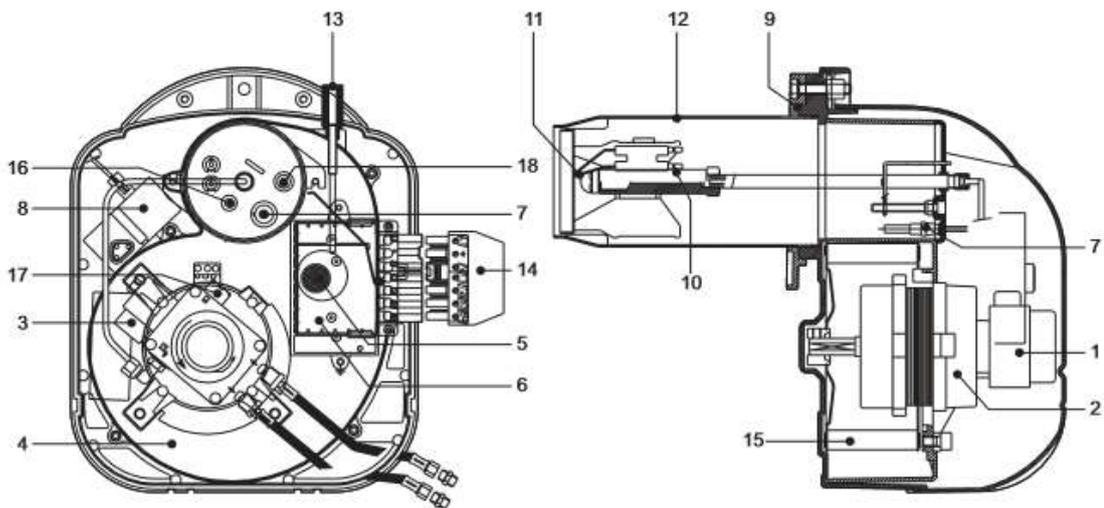


fig. 13

**Leyenda**

- |                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Bomba gaséleo              | 10 Línea inyector                     |
| 2 Motor                      | 11 Electrodo de encendido             |
| 3 Válvula electromagnética   | 12 Tobera                             |
| 4 Cuerpo quemador            | 13 Tornillo regulación compuerta aire |
| 5 Pulsador de desbloqueo     | 14 Clavija conexión eléctrica         |
| 6 Información                | 15 Ventilador                         |
| 7 Fotorresistencia           | 16 Regulación cabezal de combustión   |
| 8 Transformador de encendido | 17 Regulación presión bomba           |
| 9 Conducto conexión quemador | 18 Toma de presión                    |

Figura B.7: Vista general y principales componentes de quemador Ferroli SUN G10. Fuente: Ferroli.

## **ANEXO C Normativa**

### **C.1 A nivel europeo/internacional:**

Directiva (UE) 2018/2001 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables

Directiva (UE) 2018/844 del parlamento europeo y del consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

Directiva (UE) 2018/2002 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

Norma UNE EN ISO 17225-2 sobre especificaciones técnicas relativas a biocombustibles sólidos.

Norma UNE EN 303-5:2013 de calderas especiales para combustibles sólidos de carga manual y automática y potencia útil hasta 500 KW.

Norma UNE EN 100030:2017 de prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.

### **C.2 A nivel nacional:**

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.

## ANEXO D Biomasa para usos térmicos

### D.1 Biomasa:

#### Introducción y definición.

Según la 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 se define biomasa como: “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”

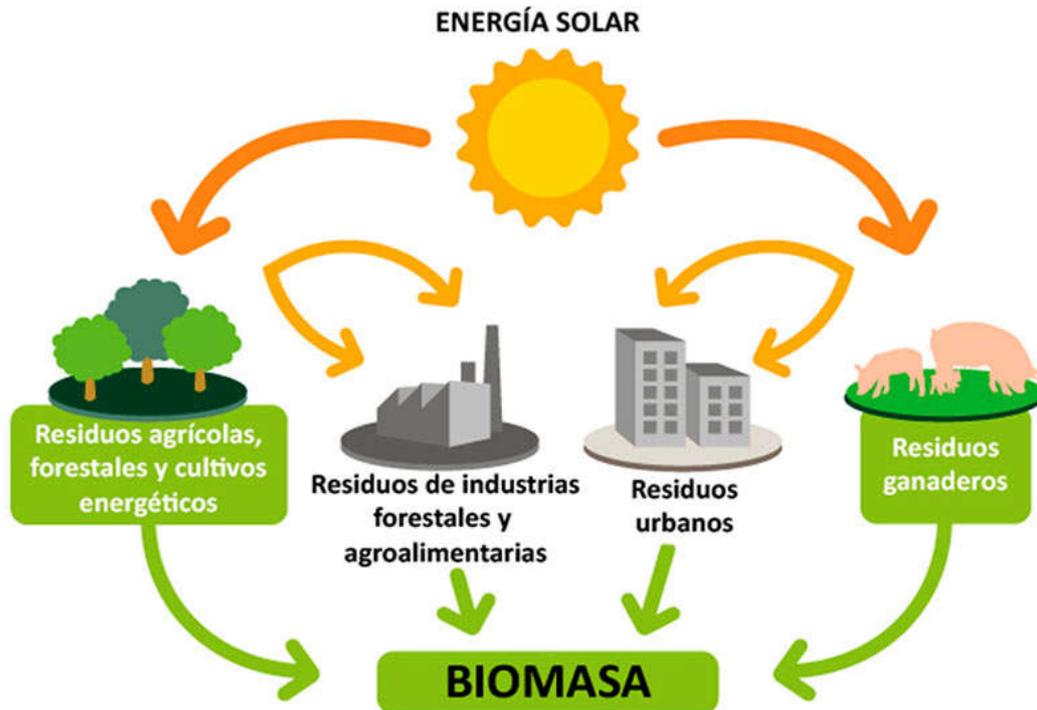


Figura D.1: Generación de biomasa. Fuente: Efíex.

#### Tipos de biomasa.

Una de las principales características de la biomasa es su gran variedad y heterogeneidad. La biomasa se puede clasificar de varias formas, pero su clasificación más utilizada se basa en su utilización como recurso energético: [7]

Biomasa natural: Se trata de la biomasa que podemos encontrar directamente en la naturaleza sin que el hombre haya intervenido para su producción. Ej: ramas y hojas de los árboles que caen al suelo.

Biomasa residual: La biomasa residual es aquella que se genera en diferentes procesos, como el agrícola, el ganadero o la propia actividad humana. Existen dos grandes categorías

- Biomasa residual seca:
  - *Forestal*: Se trata de los residuos obtenidos en zonas forestales, debido a procesos de limpieza poda y corte en el monte, o bien derivados de procesos de obtención de materias primas como la madera, resinas, etc. Habitualmente tienen un poder calorífico elevado por lo que son buenos combustibles. Los mayores inconvenientes existentes en este tipo de biomasa, es la dificultad de acceso a los terrenos, su dispersión, la existencia de impurezas... y el enorme volumen que ocupan, lo cual encarece bastante los costes de transporte. Como consecuencia de esto último actualmente existe una maquinaria de recogida, compactación y astillado mucho más eficiente que permite disminuir claramente estos costes.
  - *Agrícola*: Se trata de residuos procedentes de actividades agrícolas. Pueden ser de origen leñoso o herbáceo.

De origen leñoso tendremos las podas de olivo, viñedos y frutales. Esta biomasa suele tener buenas características como combustible, y sus mayores desventajas son, al igual que en el caso de los residuos forestales, el volumen que ocupan, por lo que es importante minimizar los costes de transporte, utilizando maquinaria eficiente y preparada para los procesos de astillado y compactación.

De origen herbáceo tendremos la paja de los cereales o la caña de maíz. La biomasa de origen herbáceo es mucho más fácil de recolectar y compactar, por lo que se reduce su coste de transporte. Si embargo, su compartimiento como combustible es peor que el leñoso, teniendo en general, un menor poder calorífico y ciertas características que dificultan su valorización, como el alto contenido en cloros o la baja temperatura de fusión de sus cenizas.
  - *Agroindustrial*: Son residuos procedentes de la industria agroalimentaria y la maderera. Por ejemplo, el hueso de aceituna, la cáscara de almendra, astillas, serrín...

Se trata de residuos que se comportan bastante bien como combustibles debido a su elevado poder calorífico. Además, poseen un tamaño y una granulometría óptima que va a facilitar los procesos de transporte y compactación. Suponen un valor añadido para las industrias ya que puede utilizarlos para sus propios procesos energéticos o bien comercializarlos como subproductos.

- Biomasa residual húmeda: Se trata de residuos con un alto contenido en agua, como las aguas residuales urbanas, los residuos ganaderos o residuos de industrias industriales biodegradables. Debido a su alto contenido en agua, es importante definir sistemas de transporte que minimicen estos costes. Su gestión suele implicar procesos de depuración y una adecuada gestión medioambiental de residuos.

Cultivos energéticos: Utilizados por el hombre para la generación de biomasa. Pueden ser cultivos herbáceos (cardo, girasol, colza, sorgo...) o leñosos (chopo, eucalipto, paulownia...). En función del uso y aplicación se pueden clasificar en:

- Cultivos oleaginosos: Utilizados para la producción de biodiesel. Ej. Colza, girasol...
- Cultivos alcoholígenos: Utilizados para la producción de bioetanol. Ej. Remolacha, patata...
- Cultivos lignocelulósicos: Utilizados para la producción de biomasa sólida, que posteriormente podrá valorizarse en energía térmica, eléctrica o en biocarburantes de 2ª generación. Ej. Sorgo, Paulownia...

## **D.2 Biocombustibles.**

El término biocombustible está estrechamente relacionado con la biomasa, ya que se obtiene a partir ella. Según la norma UNE-EN-ISO 17225-1:2014 sobre Biocombustibles sólidos, se define biocombustible como: "La biomasa sólida cubre material de origen biológico orgánico y no fosilizado, que pueda usarse como combustible para la generación de calor y electricidad".

Pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Un tipo de biocombustibles especial son los biocarburantes, que son los carburantes empleados en el sector del transporte obtenidos a partir de biomasa. Se presentan en estado líquido o gaseoso.

En este proyecto se plantea el estudio del empleo de una caldera para calefacción que emplee biocombustibles sólidos. En este sentido, algunos de los tipos de biocombustibles sólidos son:

### D2.1. Pellets:

Los pellets son pequeños cilindros formados a partir de la compactación de serrín y virutas secas, que proceden habitualmente de residuos forestales, agrícolas o de la industria, como la maderera. Durante el proceso de elaboración de pellets, se somete a la materia prima a grandes presiones, y en algunos casos se utilizan aglutinantes naturales como el almidón, que favorecen la compactación. Los aditivos químicos no están permitidos. [7]



**Figura D.2 Pellets. Fuente: Calor Sostenible.**

En función de las materias primas utilizadas, el pellet obtenido tendrá mayor o menor calidad y el suministrador nos debe informar sobre los materiales empleados en su elaboración, y los estándares de calidad de los que dispone. Para ello existe ya una norma internacional UNE-EN-ISO 17225-2:2014. Además existen distintos tipos de certificaciones de calidad, la de mayor aceptación es la certificación **ENplus®**. [8]

Según el certificado **ENplus®**, existen 3 calidades de pellet:

- Calidad **ENplus®-A1**: Está formada por los pellets de mayor rendimiento. Su contenido en cenizas y nitrógeno es mínimo porque procede de madera virgen y natural a la que se ha quitado la corteza y que no ha sufrido tratamientos químicos. Es la calidad de pellets más recomendable en las calderas domésticas, ya que cuida la instalación, prolonga la vida del aparato, produce pocos residuos y aporta la mayor potencia calorífica. Son los de mayor calidad. [8]
- Calidad **ENplus®-A2**: En los pellets “A2” aumenta ligeramente el contenido de cenizas y de elementos químicos porque proceden de desperdicios de las carpinterías,

serrerías y restos de poda de árboles. Tienen un poco más de humedad que los de calidad A1. [8]

- Calidad ENplus®-B: En este caso la calidad disminuye porque aumenta el porcentaje de elementos químicos. Los pellets proceden de los residuos de madera usada, y contienen restos de pintura o barniz. [8]

En las siguientes tablas se muestran las materias primas permitidas y los límites de los parámetros para las 3 clases de pellet:

| ENplus A1                                                       | ENplus A2                                                       | ENplus B                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1.1.3 Fuste                                                     | 1.1.1 Árboles completos sin raíces                              | 1.1 Biomasa leñosa procedente del monte, plantación y otra madera virgen |
| 1.2.1 Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente | 1.1.3 Fuste                                                     | 1.2.1 Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente          |
|                                                                 | 1.1.4 Residuos de corta                                         |                                                                          |
|                                                                 | 1.2.1 Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente | 1.3.1 Madera usada no tratada químicamente                               |

Figura D.3 Tipos de madera permitidos para su uso en la producción de pellets de madera.

Fuente: EN Plus. [8]

| Propiedad                                 | Unidad            | ENplus A1      | ENplus A2 | ENplus B | Norma de ensayos |
|-------------------------------------------|-------------------|----------------|-----------|----------|------------------|
| Diámetro                                  | mm                | 6 ± 1 u 8 ± 1  |           |          | ISO 17829:       |
| Longitud                                  | mm                | 3,15 < L ≤ 40  |           |          | ISO 17829:       |
| Humedad                                   | % en masa         | ≤ 10           |           |          | ISO 18134        |
| Cenizas                                   | % en masa         | ≤ 0,7          | ≤ 1,2     | ≤ 2,0    | ISO 18122        |
| Durabilidad mecánica                      | % en masa         | ≥ 98,0         | ≥ 97,5    |          | ISO 17831-1      |
| Finos (< 3,15 mm)                         | % en masa         | ≤ 1,0 (≤ 0,5 ) |           |          | ISO 18846        |
| Temperatura de los pellets                | °C                | ≤ 40           |           |          |                  |
| Poder calorífico neto                     | kWh/kg            | ≥ 4,6          |           |          | ISO 18125        |
| Densidad aparente                         | kg/m <sup>3</sup> | 600 ≤ BD ≤ 750 |           |          | ISO 17828        |
| Aditivos                                  | % en masa         | ≤ 2            |           |          | -                |
| Nitrógeno                                 | % en masa         | ≤ 0,3          | ≤ 0,5     | ≤ 1,0    | ISO 16948        |
| Azufre                                    | % en masa         | ≤ 0,04         | ≤ 0,05    |          | ISO 16994        |
| Cloro                                     | % en masa         | ≤ 0,02         |           | ≤ 0,03   | ISO 16994        |
| Temperatura de deformación de las cenizas | °C                | ≥ 1200         | ≥ 1100    |          | CEN/TC 15370-1   |
| Arsénico                                  | mg/kg             | ≤ 1            |           |          | ISO 16968        |
| Cadmio                                    | mg/kg             | ≤ 0,5          |           |          | ISO 16968        |
| Cromo                                     | mg/kg             | ≤ 10           |           |          | ISO 16968        |
| Cobre                                     | mg/kg             | ≤ 10           |           |          | ISO 16968        |
| Plomo                                     | mg/kg             | ≤ 10           |           |          | ISO 16968        |
| Mercurio                                  | mg/kg             | ≤ 0,1          |           |          | ISO 16968        |
| Níquel                                    | mg/kg             | ≤ 10           |           |          | ISO 16968        |
| Cinc (Zn)                                 | mg/kg             | ≤ 100          |           |          | ISO 16968        |

**Figura D.4 Valores de umbral de los parámetros más importantes de los pellet. Fuente: EN Plus. [8]**

Se recomienda que para uso doméstico y en general residencial, se utilicen pellets de madera natural y con alto nivel de calidad, categoría A1.

Considerando un poder calorífico cercano a 4.300 kcal/kg (unos 18 MJ/kg), puede establecerse que de 2 a 2,2 kilogramos de pellets equivalen energéticamente a un 1 litro de gasóleo. [9]

La durabilidad mecánica del pellet es un parámetro importante para asegurar la no degradación del pellet en los procesos de transporte, descarga almacenamiento y combustión. El polvo generado al desintegrarse puede producir más cenizas, así como reducir la eficiencia de las calderas y más emisiones de partículas. [9]

#### Ventajas del pellet:

- Poder calorífico inferior alto.
- Contenido en cenizas muy bajo, lo cual reduce los costes de operación y mantenimiento.
- Tecnologías de combustión de muy alta eficiencia, existiendo incluso calderas de condensación.
- Se comercializan internacionalmente, y existen estándares de referencia, lo que implican composiciones bastante uniformes, que se traduce en menos intervenciones de operación y mantenimiento.

#### Inconvenientes del pellet:

- Precio elevado en comparación con otro tipo de biomásas, como por ejemplo la leña.

#### Otras consideraciones:

- El almacenamiento debe realizarse en un lugar seco y aislado.
- Una vez fabricado, no necesita ningún otro tratamiento o secado.

### D2.2. Briquetas:

Las briquetas son cilindros de biomasa leñosa triturada y compactada pero un tamaño muy superior al de los pellets. Son sustitutos de la leña en los hogares. Es un combustible muy utilizado en viviendas unifamiliares con sistemas de alimentación manual debido a sus características:

- PCI > 4.7 KWh/Kg
- % Humedad < 10%
- $\rho_{\text{briquetas}}$ : 1000 Kg/m<sup>3</sup>
- % Cenizas < 0.7%



Figura D.5: Briquetas. Fuente: Bauhaus.

Según la norma UNE-EN-ISO 17225-3:2014 sobre Biocombustibles sólidos, existen 3 clases de briquetas de madera. Hay tres calidades A1, A2, B.

Ventajas de las briquetas:

- El valor calorífico de las briquetas es 4,5–5,0 KWh/Kg, mayor que el de la leña y es comparable a los ciertos tipos de carbones.
- Bajo contenido de ceniza (0,5–1,0%). Después de la combustión de briquetas se queda la ceniza, pero no las brasas, como durante la quema de otros combustibles sólidos.
- Cómodo empaquetamiento (en su mayoría de 10 kg) permite descargar y ponerlos manualmente en el garaje, el sótano o en el balcón de un apartamento.

Inconvenientes de las briquetas:

- La combustión de las briquetas es menor que la de la leña, Al principio queman de forma muy rápida, lo que nos ayuda a aumentar rápidamente la temperatura, y después se estabiliza la temperatura y se acaban consumiendo lentamente.
- Los costes de transporte son mayores para el volumen que ocupan, son más caras que la leña.

### **D2.3. Astillas**

Las astillas son trozos pequeños de madera, con una longitud variable entre 5-100mm, y que podemos encontrar de muy diversas calidades en función de los materiales empleados para su elaboración, y de las tecnologías empleadas para su recogida y astillado.



**Figura D.6: Astillas de madera. Fuente: Ardupellet.**

Según la norma UNE-EN-ISO 17225-4:2014 sobre Biocombustibles sólidos existen 4 clases de astillas de madera. Hay cuatro calidades A1, A2, B1, B2.

Ventajas de las astillas:

- Menor proceso de elaboración que los pellets, por lo que el precio es menor.
- Las astillas de clase 1, normalmente tienen una calidad alta, ya que no disponen de corteza e impurezas y tienen bajos niveles de humedad.

Inconvenientes de las astillas:

- Necesitan mayor espacio para almacenamiento, ya que tienen una densidad menor que la de los pellets.
- Los costes de transporte son mayores para el volumen que ocupan, y esto implica que las máximas distancias recomendadas de suministro son 50 Km.
- La granulometría heterogénea puede provocar atascos en las alimentaciones de calderas.

Otras consideraciones:

- Su composición es variable.
- Es necesario secar las astillas hasta tener un % de humedad menor del 45% en las de clase 2, y del 30% en las de clase 1.
- Las astillas de clase 1 tienen un contenido en cenizas menor de 1%, mientras que las de clase 2, es inferior al 5%.
- Los camiones neumáticos no pueden transportar astillas, por lo que los camiones de volquete y similares, pueden alimentar exclusivamente silos subterráneos o almacenes para alimentación manual.

#### **D2.4. Residuos agroindustriales:**

La mayoría de los residuos agroindustriales que se utilizan en aplicaciones domésticas (ACS/ Calefacción), proceden de la industria agroalimentaria, como la de la producción de aceite de oliva y la de frutos secos. Las calidades pueden ser muy diferentes en función del grado de humedad existente, así como el nivel de limpieza de los residuos. De todas formas, si se tratan adecuadamente son un combustible bastante económico y de gran calidad.

Las calidades de los huesos de aceituna y de las cáscaras de frutos secos vienen reflejadas en las normas UNE-EN-ISO 164003:2014 y en la UNE norma UNE-EN-ISO 164004:2014 respectivamente.



Figura D.7: Cáscara de almendra. Fuente: Ardupellet.



Figura D.8: Hueso aceituna. Fuente: Biogramasa.

Ventajas de los residuos agroindustriales:

- Existen múltiples tipos y su disponibilidad es abundante localmente.
- Al tratarse de subproductos de un proceso, su coste es inferior que el de otras biomásas.
- Suelen tener un poder calorífico elevado.
- En España existen grandes productores, sobre todo de hueso de aceituna.

Inconvenientes de los residuos agroindustriales:

- El contenido en cenizas de este de biomásas es más alto que en el caso de los pellets, por lo que las operaciones de mantenimiento serán mayores.

Otras consideraciones:

- En algunas ocasiones pueden ser muy estacionales, por lo que se debe estudiar cómo asegurar su suministro.

### **D2.5. Leña:**

La leña procede del troceo de troncos que no se utilizan en la producción maderera. Aunque es un combustible tradicional, existen nuevas calderas que ofrecen como posibilidad la utilización de este económico combustible, bien solo o mezclado con otro tipo, como las astillas. La alimentación de las calderas es manual y deben cargarse varias veces al día.

Las distintas calidades de la leña viene recogidas en la norma UNE-EN ISO 17225-5:2014.

Ventajas de la leña:

- Precio más económico que las briquetas.
- La leña que proviene de maderas nobles tiene una gran duración de la combustión.

Inconvenientes de la leña:

- Elevado contenido en humedad, difícil medir exactamente el grado de mismo.
- Aunque la combustión es más duradera, su encendido es más difícil y costoso.
- Almacenamiento en un lugar externo a la superficie a calefactar debido a sus grandes dimensiones.

### **D.3 Valorización energética de la biomasa.**

La energía de la biomasa es una de las fuentes renovables que más potencial posee en España y en la Unión Europea, debido a la gran heterogeneidad de materias primas que la forman.

En la figura D13 se presenta de manera esquemática cuales son los procesos más importantes que se llevan a cabo para la valorización energética de la biomasa, desde que se genera hasta que de ella obtenemos energía (mecánica, térmica o eléctrica) [9].

| Agentes       | Proceso               | Producto resultante          | Energía obtenida                |
|---------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Físicos       | Picado                | Astillas, pellets            | Térmica y/o eléctrica           |
|               | Astillado             |                              |                                 |
|               | Pelletizado           |                              |                                 |
| Químicos      | Hidrólisis ácida      | Poliazúcares                 | Mecánica                        |
|               | Extracción            | Hidrocarburos, aceites       | Mecánica y/o térmica            |
|               | Transesterificación   | Biodiesel                    |                                 |
| Biológicos    | Hidrólisis enzimática | Etanol y biogás              | Mecánica, térmica y/o eléctrica |
|               | Fermentaciones        |                              |                                 |
| Termoquímicos | Combustión            | Gas caliente, carbón vegetal | Térmica y/o eléctrica           |
|               | Gasificación          | Gas de síntesis              | Térmica y/o eléctrica           |
|               | Pirólisis             | Gas, hidrocarburos           | Mecánica, térmica y/o eléctrica |

**Figura D.9: Valorización de la biomasa en función del agente que produce la transformación.**

El estudio se centra en la valorización energética, específicamente en el proceso de combustión, el cual tiene lugar en el interior de la caldera.

### **Combustión:**

Es el método más conocido y el más ampliamente utilizado. Permite obtener energía térmica, ya sea para usos domésticos o industriales.

La reacción de combustión se basa en una reacción química exotérmica de una sustancia o mezcla de sustancias llamada “combustible” que reacciona con el oxígeno, denominado comburente, cuando existe energía de activación. En esta reacción se va a formar una llama, que va a permanecer en contacto con el combustible.

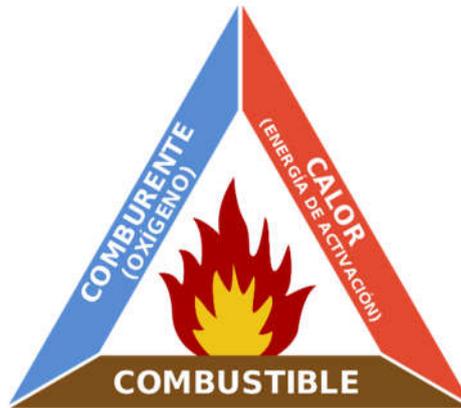


Figura D.10: Triángulo de la combustión. Fuente: Vulcano.

La reacción de combustión puede llevarse a cabo directamente con el oxígeno o bien con una mezcla de algún tipo de sustancias que contengan oxígeno, a este tipo de sustancias se les llama “comburente”, siendo el aire contenido en la atmósfera el comburente más utilizado.



Figura D.11 Reacción química de la combustión.

La reacción del combustible con el oxígeno del aire genera gases de combustión y calor. Entre las distintas sustancias gaseosas que genera las principales son el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{H}_2\text{O}$ . El aire atmosférico está compuesto en mayor medida por  $\text{N}_2$  y  $\text{O}_2$ , sin embargo, el combustible solo va a reaccionar con la fracción de  $\text{O}_2$ . Por lo tanto, el  $\text{N}_2$  atmosférico no va a reaccionar y pasará a los productos de combustión. Además, existen una serie de compuestos indeseables como  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  y partículas. [9]

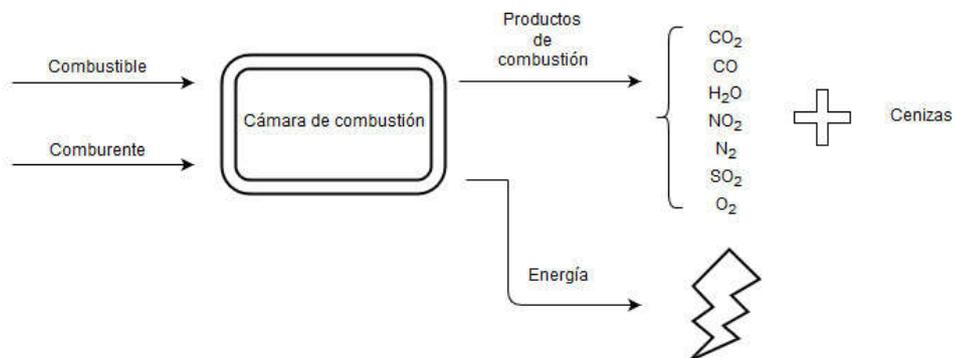


Figura D.12 Proceso de combustión.

En la transmisión de calor entre los gases de la combustión y la pared exterior de la caldera, la transferencia de calor se va a llevar a cabo por radiación, convección y conducción. La radiación va a ser emitida por la llama, la convección se debe al desplazamiento de los gases de combustión que permanecen en contacto con la pared exterior de la cámara de combustión y la conducción la provoca la propia llama al entrar en contacto con la superficie exterior de la caldera. Este calor absorbido por la superficie de las paredes de la cámara de combustión y del circuito de los humos es el que va a calentar el agua de caldera por convección. [9]

El proceso de combustión en calderas domésticas necesita un buen ajuste para que la combustión sea completa, pero con la cantidad de exceso de aire justa para evitar pérdidas de rendimiento energético.

## **ANEXO E Descripción de equipos y elementos de una instalación de biomasa térmica.**

### **E.1 Instalación de biomasa térmica:**

#### **E.1.1 Introducción.**

Una vez estudiados los distintos tipos de biomasa a elegir, así como su valorización, procedemos a explicar de forma detallada todos los elementos que van a formar parte de una instalación de biomasa térmica.

#### **E.1.2 Sistemas de almacenamiento.**

Los sistemas de almacenamiento de biocombustibles sólidos tienen como objetivo mantener las propiedades de la biomasa en perfectas condiciones para su posterior valorización, en nuestro caso, en una caldera de combustión. [9]

##### **E.1.2.1 Sistemas de almacenamiento prefabricados:**

Los almacenes prefabricados son aptos para biomasa con pequeña granulometría como el pellet, el hueso de aceituna o las astillas. [9]

- Tolva exterior:  
Buena opción para aquellas salas de calderas que no tienen espacio suficiente para albergar una tolva interior. Los materiales de fabricación tienen que ser los adecuados para estar en la intemperie y mantener las propiedades de los biocombustibles. Pueden albergar un total de hasta 3000 Kg.



**Figura E.1 Tolva exterior. Fuente: Silotec.**

- Silo flexible:

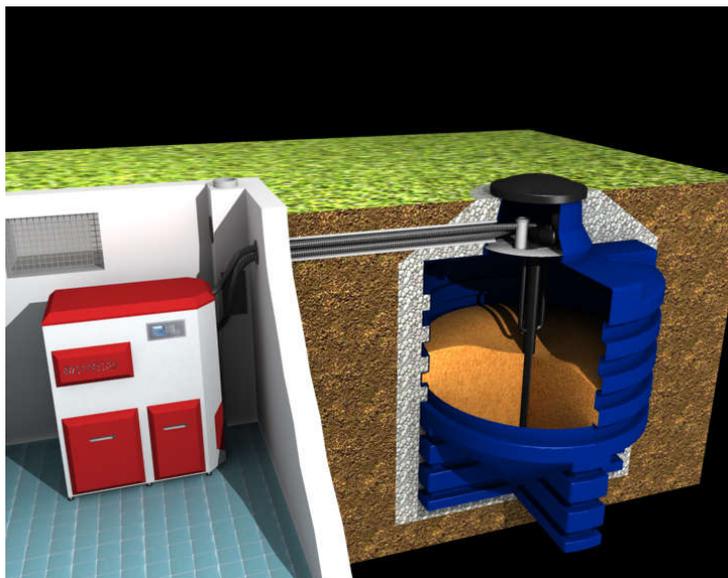
Alternativa para aquellas ocasiones en las cuales existe espacio suficiente en la sala de calderas, pero no se quieren llevar a cabo obras de remodelación. Pueden ser de lona o de polipropileno. Su capacidad ronda los 2000-5000 Kg. Se puede utilizar tanto en interior como en exterior.



**Figura E.2: Silo flexible. Fuente: Beiser.**

- Silo subterráneo:

Opción interesante para aquellas ocasiones en las que el espacio en superficie es escaso. Estos silos deben asegurar la estanqueidad de la biomasa almacenada, evitando la corrosión y el paso del tiempo. La alimentación de la caldera se realiza mediante un tornillo sinfín o bien mediante un sistema neumático.



**Figura E.3: Silo subterráneo. Fuente: Biotech.**

- Silo integrado:

Existen calderas que incluyen un depósito integrado, que pese a ser pequeño, puede dar soporte intermedio o total de almacenamiento. Es una opción mucho más económica y soluciona los problemas de espacio que existen en muchas ocasiones. El único inconveniente es que la alimentación del depósito es manual.



**Figura E.4: Silo integrado. Fuente: Ökofen.**

### E.1.2.2 Sistemas de almacenamiento de obra:

Los almacenes de obra pueden ser para nuevas salas, o para adecuar salas ya existentes de almacenaje de biocombustibles. Estos sistemas se van a presentar de forma resumida, ya que no se va a utilizar ninguno de estos sistemas en el presente proyecto.

- Suelo inclinado con 2 lados:

Este sistema es apropiado para silos con una planta de forma rectangular en los que se necesitan las 2 superficies inclinadas a unos 35-45° para que por acción de la gravedad la biomasa caiga y pase a la caldera, bien a partir de un tornillo sinfín, o bien, de forma neumática. El mayor inconveniente que existe es que tan solo se aprovecha el 66% del volumen existente para almacenaje. [9]

- Suelo inclinado con 1 lado:

Este sistema es apropiado para silos con forma cuadrada, y en función de la inclinación del suelo, será necesaria la instalación de rascadores que favorezcan el movimiento de la biomasa cuando la gravedad no es suficiente. En este caso, la alimentación de la caldera es por medio de un tornillo sinfín. [9]

- Suelo horizontal:

Buena opción para aquellas ubicaciones en las que se quiere aprovechar al máximo el espacio, y el silo tiene una forma circular o cuadrada. Como no hay posibilidad de desplazar la biomasa por gravedad, son necesarios rascadores horizontales que favorezcan el movimiento. La alimentación de la caldera se puede llevar a cabo por tornillo sinfín o de forma neumática. [9]

### E.1.3. Sistemas de alimentación del silo a la caldera.

Los sistemas de alimentación son aquellos que van a transportar la biomasa contenida en el silo de almacenamiento hasta la caldera. Factores como la granulometría del biocombustible, la posición de relativa entre el silo y la caldera y el nivel de automatización requerido por el cliente, van a determinar que se elija un sistema u otro. [9]

- Sistema de alimentación manual:

Este sistema se utiliza en calderas de baja potencia, que poseen un silo integrado, tal cual se observa en la figura E.5. Es un sistema de alimentación apto para gran cantidad de biocombustibles, como leña, pellets, astillas y otros residuos agroindustriales. Es necesario llenar el silo de forma manual.



**Figura E.5 Caldera con tolva para alimentación manual de biomasa. Fuente: Hergom.**

- Sistema de alimentación por tornillo sinfín:

Este sistema de alimentación es mecánico y utiliza un tornillo sinfín para desplazar el biocombustible a lo largo de su longitud, desde el silo a la caldera.

Este sistema se suele utilizar con distintos tipos de biomásas, pero es muy importante asegurar una granulometría pequeña y uniforme, ya que puede dar lugar a numerosos atascos en el tornillo.



**Figura E.6 Caldera abastecida mediante tornillo sinfín. Fuente: Heizomat.**

- Tipos de tornillo sinfín:
  - Tornillo sinfín rígido: Opción que permite aprovechar al máximo el espacio de almacenaje disponible.
  - Tornillo sinfín en codo. Consiste en dos tornillos unidos entre sí por un codo. El primer tornillo extrae el biocombustible del silo, y el segundo es el que lo acerca a la boca de alimentación de la caldera.
  - Tornillo sinfín flexible: Se trata de un tornillo mucho más flexible que el convencional y que permite utilizarlo en aquellas aplicaciones en las que el silo y la caldera están separados una longitud de hasta 60m.
- Sistema de alimentación neumático:

Este sistema de alimentación consiste en una bomba que a través de una manguera succiona el biocombustible del silo a la caldera. La manguera es flexible y esto facilita la disposición del silo con respecto a la caldera, que pueden llegar a estar ubicados a 15m de distancia.

Este sistema es más barato que el de tornillo sinfín, aunque está limitado a biomásas con una granulometría pequeña y homogénea, como los pellets y los huesos de aceituna. La disposición del silo debe facilitar la succión del combustible. Los silos prefabricados, suelen ser adecuados para este tipo de alimentación de calderas. [9]



**Figura E.7: Sistema de alimentación neumático. Fuente: Sinersol.**

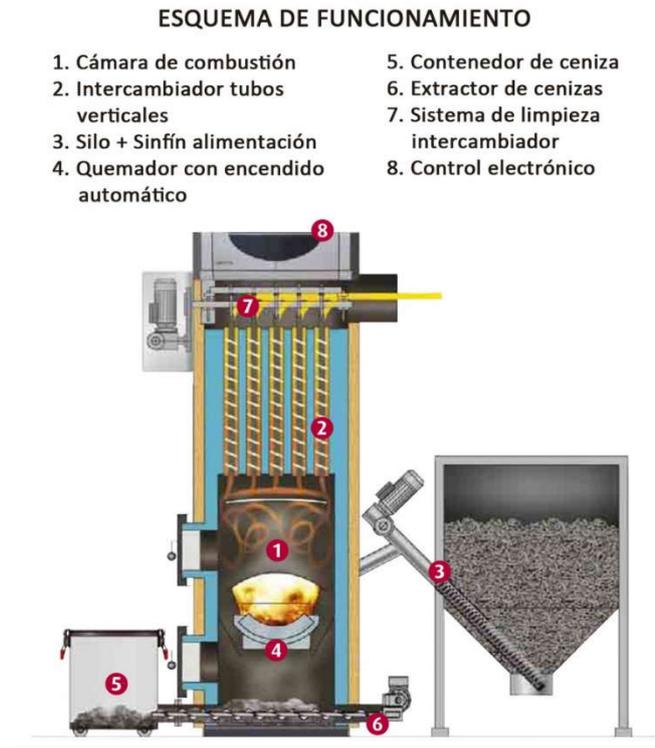
#### **E.1.4 Calderas de biomasa:**

Las calderas de biomasa son generadores térmicos que son alimentados por biocombustibles sólidos, que al mezclarse con un comburente (oxígeno) y estar sometidas a una fuente de ignición, producen una reacción exotérmica de la que se obtiene principalmente CO<sub>2</sub>, vapor de agua y energía térmica en forma de calor. Esta energía es transmitida a un fluido caloportador a través de un intercambiador de calor. [9]

Elementos básicos de una caldera de biomasa: [24]

- Quemador: Lugar donde se dispone la biomasa adecuadamente para ser quemada y donde se origina la llama.
- Cámara de combustión: También llamado hogar. Espacio donde se produce la combustión de la biomasa, liberando calor y CO<sub>2</sub>.
- Intercambiador de calor: Elemento donde se transfiere el calor liberado al fluido caloportador.
- Sistemas de limpieza del intercambiador de calor: Pueden ser automático o manual, pero es fundamental en este tipo de calderas, ya que el contenido en polvo de la biomasa y las cenizas ensucian el intercambiador, reduciendo el rendimiento global de la caldera.
- Extractor de cenizas: Se trata de un sistema automático que transporta la ceniza desde el interior de la caldera al contenedor de cenizas, donde se comprimen y se reduce su volumen para una gestión más sencilla. En algunas calderas no existe y por tanto la extracción habrá que realizarla de forma manual.
- Sistemas de seguridad:
  - Sistema antiretroceso de llama en la conexión con el sistema de alimentación, para prevenir incendios en el sistema de almacenamiento.
  - Sistema de refrigeración que permita enfriar el fluido el caloportador cuando se llegue a una temperatura elevada, ya que el biocombustible existente en la cámara de combustión deberá terminar el proceso de combustión.

- Sistema de control: Es el encargado de dar las órdenes de funcionamiento de la caldera en función de la demanda térmica. Cabe destacar la sonda lambda, como el elemento que permite detectar si el tipo de biocombustible utilizado, y ordenar la mezcla combustible-comburente, necesaria para favorecer una reacción de combustión completa, y que por tanto el rendimiento sea el máximo posible.



**Figura E.8: Esquema de funcionamiento de una caldera de biomasa. Fuente: Ferroli.**

#### Tipos de calderas domésticas de biomasa:

Las calderas de biomasa se clasifican en función de la tecnología de la caldera.

- Calderas estándar de biomasa: Están diseñadas especialmente para un biocombustible concreto, mejorando la eficiencia hasta valores superiores al 90%.
- Calderas mixtas: Permiten el uso alternativo de dos combustibles distintos (Biomasa y gasóleo) alcanzan eficiencias superiores al 90% y son totalmente automáticas. Suelen tener un coste de inversión mayor, dado que necesitan un sistema de almacenamiento y alimentación distinto para cada tipo de combustible.

- Calderas convencionales adaptadas para el uso de biomasa: Son modelos que originalmente han utilizado carbón o gasóleo, que han sido adaptadas para su uso con biomasa, resultando una tecnología barata, pero alcanzando eficiencias en torno al 80%. Son calderas semiautomáticas, ya que no disponen de sistemas específicos de mantenimiento y limpieza.
- Calderas de biomasa con condensación de humos: Por ejemplo Biocurve.
- Calderas domésticas de gasificación de biomasa y combustión de sus gases: Por ejemplo Windhager.

### **E.1.5 Fluido caloportador.**

Se denomina fluido caloportador de un sistema térmico al fluido que absorbe la energía térmica en el generador de calor para ser distribuida a las zonas donde se requiere dicha energía. En el caso de existir circuito primario y secundario, podrán existir dos fluidos caloportadores distintos. [9]

#### **Tipos de fluidos caloportadores:**

- Agua natural: Es el fluido caloportador más utilizado, por su bajo coste y facilidad de llenado de las instalaciones directamente con agua de red. Será siempre el fluido utilizado en el secundario de sistemas de producción de ACS, siendo la propia agua de consumo, en cuyo caso los materiales del circuito deberán ser adecuados para la conducción de agua potable. Presenta dos inconvenientes principales:
  - Calcificación de los equipos.
  - Congelación.
- Mezcla de agua + Anticongelante: Es la opción más utilizada en zonas con bajas temperaturas. Es un fluido, cuya concentración de anticongelante en agua provoca que la temperatura de congelación baje varias decenas de grados. Así se evita el gasto de energía de los sistemas antihielo.

Los anticongelantes más comunes son etilenglicol y propilenglicol. Únicamente puede utilizarse en circuitos cerrados y es un fluido tóxico para el consumo humano. Presenta cuatro inconvenientes principales:

- Tiene mayor viscosidad que el agua, por lo que producirá mayores pérdidas de carga, lo que deberá tenerse en cuenta en el dimensionamiento de las bombas.
  - Tiene un mayor coeficiente de dilatación, lo que deberá tenerse en cuenta en el dimensionado de un vaso de expansión ligeramente superior.
  - Calcificación de los equipos de la misma manera que el agua natural.
  - Degradación a altas temperaturas (>120°C).
- Fluidos orgánicos: No son muy extendidos debido a su alto coste. Los hay sintéticos y derivados del petróleo. Presentan la ventaja de ser estables a altas temperaturas, por lo que serán los más indicados para ciertas aplicaciones. Son tóxicos e inflamables.
  - Aceites y siliconas: Tienen un coste aún mayor que los fluidos orgánicos, por lo que su uso se limita a aplicaciones industriales. Son estables a altas temperaturas, no son tóxicos y no son inflamables.

#### **E.1.6 Sistema de acumulación.**

El sistema de acumulación tiene como objetivo almacenar el calor producido en la caldera de biomasa a través de un fluido caloportador. El sistema de acumulación englobará a uno o varios depósitos, que puedan estar conectados de diversas maneras. El principal problema que presentan los sistemas de acumulación son las pérdidas térmicas, por lo que estos deberán estar totalmente recubiertos de aislamiento térmico.

##### Funciones de los sistemas de acumulación:

- Acumular el calor generado en la caldera para su posterior utilización: Ello permite reducir mucho la potencia de caldera necesaria, como ya se ha comentado y se ve detalle en el apartado correspondiente al dimensionado.
- Absorber inercias térmicas.
- Absorber las puntas de consumo sin tener que sobredimensionar la caldera.

##### Tipos de acumuladores:

Existen varios tipos de acumuladores en función de su aplicación y de la incorporación o no de intercambiador de calor.

##### Según el tipo de aplicación: [9]

- Acumuladores de ACS:
  - Contienen el agua de consumo, que se introduce en el mismo desde la red, se calienta y se extrae en forma de ACS.
  - Debe cumplir la legislación vigente en cuanto a higiene.
  - Debe tener gran resistencia a la corrosión, dada la presencia de oxígeno en el agua potable en constante renovación.
  - Elevado precio.



**Figura E.9: Acumulador de ACS. Fuente: Lasian.**

- Acumuladores de inercia:
  - Contienen fluido caloportador en circuito cerrado.
  - Son acumuladores de energía, que intercambian el calor con otro circuito.
  - Al no haber oxígeno adicional en el circuito, se podrán rebajar considerablemente los requisitos de protección contra la corrosión.
  - Coste menos elevado respecto a los acumuladores de ACS.
  - Son óptimos para sistemas con calderas de biomasa y así absorber sin inercias térmicas.

- Posibilitan la producción instantánea de ACS mediante un intercambiador, sin necesidad de tener gran potencia de caldera.



**Figura E.10: Acumulador de inercia. Fuente: Bioxan.**

- Acumulador combinado:
  - Combinan acumulación de ACS y acumulación de inercia en un solo equipo.
  - Consiste en un acumulador de inercia en cuyo interior presenta un segundo acumulador de ACS más pequeño, que se calienta debido a la ebullición del agua. El calor se transfiere de uno a otro a través de la pared, por lo que no es necesario disponer de un intercambiador de calor adicional.



**Figura E.11: Acumulador combinado. Fuente: Cordivari.**

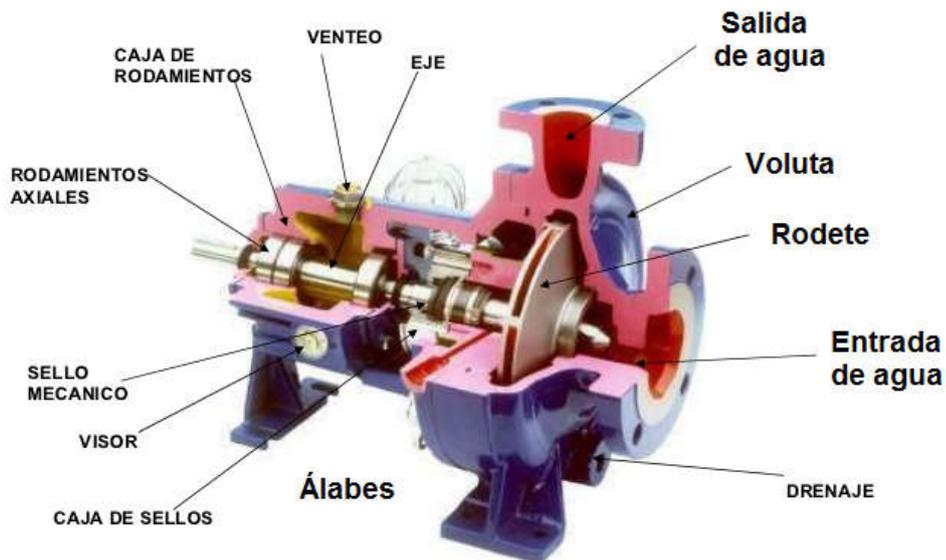
Según la disposición del intercambiador respecto al acumulador: [9]

- Sin intercambiador:
  - Deberán obtener el calor del circuito primario a través de un intercambiador externo. Si es el caso, deberán cederlo a un circuito secundario de la misma manera.
  - El sistema tiene mayores pérdidas térmicas y por lo tanto, menor rendimiento.
  - Tienen menor coste de fabricación que los que incorporan intercambiador, especialmente para unidades grandes, por lo que estos son los más adecuados para volúmenes grandes de acumulación (>1000 l).
  
- Con intercambiador interno (interacumulador):
  - Ideal para acumuladores pequeños (<1000l), reduciendo el espacio necesario para la instalación.
  - El intercambiador puede ser de serpentín o de doble envolvente.
  - El conjunto presenta mayor rendimiento que los equipos por separado.
  - Son más caros que los acumuladores simples, siendo prácticamente inviable su uso en instalaciones grandes.
  
- Con doble intercambiador:
  - Permiten la posibilidad de combinar el aporte de calor de dos circuitos primarios distintos en un mismo acumulador, o bien la descarga a dos circuitos secundarios, o bien un primario y un secundario, sin necesidad de intercambiadores externos.
  - Solo es adecuado para instalaciones pequeñas.

### **E.1.7 Sistema de bombeo.**

El sistema de bombeo tiene la función de proporcionar la presión necesaria al fluido y suministrar el caudal necesario. El sistema incluye una o varias bombas y sus accesorios.

La bomba es un equipo que consume electricidad y la transforma mediante un motor eléctrico en movimiento de un rotor que impulsa el fluido del circuito. [9]



**Figura E.12: Elementos característicos de una bomba centrífuga. Fuente: Sedical.**

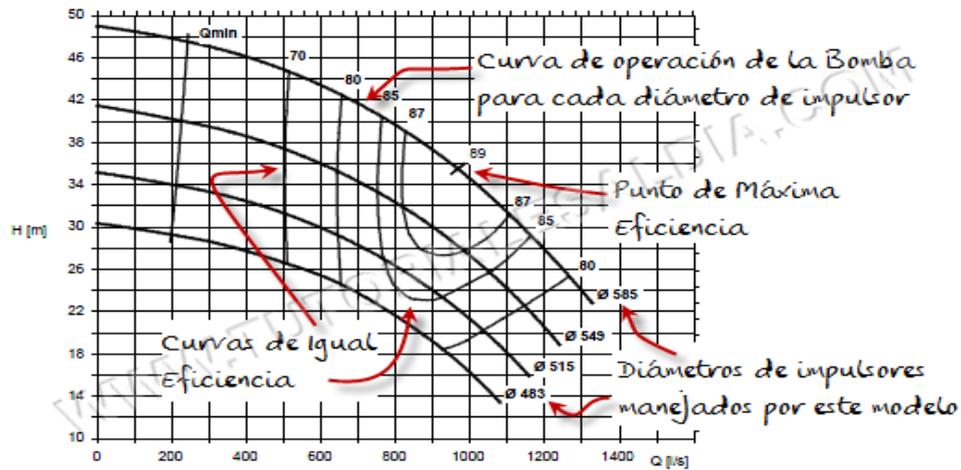
#### **Características de las bombas:**

Los parámetros más relevantes de una bomba son los siguientes:

- El salto de presión " $H_B$ " que puede suministrar: También se denomina altura y se representa en unidades de presión (bar, kg/cm<sup>2</sup>...).
- El caudal " $Q_B$ " que puede suministrar: Podrá encontrarse en las siguientes unidades (l/s, l/min, m<sup>3</sup>/h...).

Estos dos parámetros están relacionados entre sí y pueden variar en función del circuito al que se conecte la bomba, pudiendo trabajar en distintos puntos.

Las parejas de valores  $H_B$  y  $Q_B$  que puede suministrar una bomba se muestran en la llamada curva característica de la bomba.



**Figura E.13: Curva característica de una bomba centrífuga. Fuente: Ingeniería civil/Bomba centrífuga.**

La bomba deberá ser capaz de suministrar la presión y el caudal que requiera la instalación. Además, a la hora de seleccionar una bomba u otra habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- Temperaturas de funcionamiento.
- Compatibilidad de materiales con el fluido caloportador y con otros equipos.
- Tipos de junta.
- Longitud entre bocas para su colocación y diámetro de estas.

#### Elementos accesorios:

Las bombas deberán incorporar los siguientes accesorios:

- **Puente manométrico:** Consiste en la disposición de un manómetro, dos llaves y dos tramos de tubería para la medición de presión en impulsión y aspiración de bomba. La diferencia entre ambas presiones es el salto de presión que estará suministrando la bomba.
- **Válvula de retención en la tubería de la bomba:** Se utiliza para prevenir caudales en dirección contraria en caso de fallo en la bomba y así mantenerla protegida.
- **Filtro:** Para asegurar que el fluido que llega a la bomba no transporta partículas sólidas.

### Tipos de bombas:

Las bombas se van a clasificar en función del tipo de circuito al que abastecen o en función del tipo de refrigeración de la bomba.

#### En función del tipo de circuito al que abastecen:

- Bomba de recirculación: En circuito cerrado (calefacción), el sistema debe impulsar el caudal necesario del fluido a la presión necesaria para recircular y vencer todas las pérdidas de carga de la instalación.
- Bomba de presión: En circuito abierto (abastecimiento de agua), cuando la presión de red no es suficiente, debe incorporarse un sistema de bombeo para impulsar el caudal necesario a la presión adecuada para vencer las pérdidas de carga y llegar a la altura del grifo más alejado a cierta presión mínima.

#### En función del tipo de refrigeración de la bomba:

- Bomba de rotor húmedo:
  - Se refrigera con el propio fluido de la instalación, por lo que puede presentar sobrecalentamiento para altas temperaturas de fluido.
  - Es adecuada únicamente para instalaciones pequeñas ya que para bombas grandes la refrigeración por este método no será suficiente.



**Figura E.14: Bomba de rotor húmedo. Fuente: Grundfos.**

- Bomba de rotor seco:
  - Se refrigera con el aire exterior, por lo que el rotor está envuelto por una carcasa con aletas para disipar el calor del ambiente.
  - Es adecuada para instalaciones grandes.



**Figura E.15: Bomba de rotor seco. Fuente: Hasa.**

### **E.1.8 Sistema de distribución**

El sistema de distribución está constituido por aquellas tuberías que permiten distribuir el fluido a todos los elementos terminales y accesorios.

Las tuberías podrán estar hechas de distintos materiales en función del fluido que transporten y de la temperatura de operación. Las uniones entre tuberías pueden ser de varios tipos (roscadas, soldadas o embridadas) en función del material de la tubería. [9]

#### Tipos de tuberías utilizadas y características principales:

- Tuberías de cobre:
  - Son muy utilizadas en todo tipo de instalaciones.
  - Permiten unión por soldadura, unión por compresión, unión por medio de junta estanca. No permiten uniones roscadas.
  - Presentan buena resistencia a la corrosión, tanto por el líquido interior como por agentes ambientales.

- Tienen una gran durabilidad.
- Tienen una pérdida de carga muy baja, por lo que se pueden usar diámetros menores para transportar la misma cantidad de líquido.
- Tuberías de acero inoxidable:
  - Acero con un porcentaje de cromo, níquel y/o wolframio que se oxida en la capa exterior, pero protege el interior.
  - Muy utilizadas en fontanería e industria.
  - Presentan muy buena resistencia a la corrosión, pero no son aptas para conducir agua con presencia de cloruros.
  - Tienen elevada presión de ruptura.
  - Tienen bajas pérdidas de carga.
  - Permiten uniones por soldadura, roscadas o embridadas.
  - Permiten soldadura por capilaridad o con arco eléctrico.
- Tuberías de plástico:
  - Son más ligeras que las tuberías metálicas, por lo que su manejo es mucho más sencillo.
  - Presentan pérdidas de carga muy bajas.
  - Presentan alta resistencia a la oxidación y no presenta corrosión galvánica.
  - Presentan alta presión de ruptura, muy similar a lo que les ocurre a las tuberías metálicas.

### **E.1.9 Elementos terminales:**

Los elementos terminales son aquellos equipos ubicados en las zonas de consumo, que transmiten la energía térmica generada en la caldera de biomasa, y que ha sido transportada a través de fluidos caloportadores. Los métodos empleados para la transferencia de calor son la radiación y la convección. [9]

#### **Tipos de elementos terminales:**

- Radiadores: Este tipo de emisor es el más utilizado en la actualidad, aunque empieza a ser sustituido por otros elementos terminales más modernos, más eficientes, sobre todo en aplicaciones industriales. El radiador emite calor en forma de radiación y de convección a partir del agua caliente que circula a través de este. Están constituidos por una serie de elementos unidos mediante soldadura o uniones roscadas.

Cada radiador debe de ir equipado con un detentor, una llave de reglaje (en sistemas bitubulares) o de cuatro vías (en sistemas monotubulares), y un purgador para poder evacuar parcialmente el aire de la instalación en cada uno de los elementos terminales. Los radiadores pueden estar formados de los siguientes materiales:

- Fundición: Son radiadores que tienen una durabilidad prácticamente ilimitada. Pueden trabajar a presiones mayores que otros modelos, hasta 8 kg/cm<sup>2</sup>. Su coste es mayor que los de chapa y aluminio.
- Chapa de acero: Son radiadores que tienen un periodo de vida más limitado que los anteriores, sobre todo en instalaciones en las que no se conserva la estanqueidad del circuito, y en las que trabajan a presiones superiores a las de diseño. Puede trabajar a presiones de hasta 5 kg/cm<sup>2</sup>.
- Aluminio: Son radiadores muy apreciados por los arquitectos debido a que presentan un aspecto mucho más moderno que los de fundición o los de chapa de acero. Pueden trabajar a presiones de hasta 6 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Convectores:** Son emisores de calor por convección que constan de un intercambiador de calor por el que circula un fluido caloportador, alojado en una carcasa y que puede ser de dos tipos, forzado o manual. Un ejemplo de estos serían los aerotermos.
- **Suelo radiante:** Se trata de sistema de emisión de calor que utiliza la superficie del suelo como elemento para evacuar el calor al recinto a calefactar. Consiste en la disposición de tubos a lo largo del suelo, por encima de una capa de aislante y por debajo del pavimento, que transportan el fluido caloportador.

La instalación consta de una serie de circuitos en paralelo que abastecen a las distintas estancias y se conectan en los llamados colectores, donde enlazan con las tuberías de impulsión y retorno a la caldera. Cada tramo de suelo radiante en paralelo lleva una válvula de equilibrado para ajustar el caudal de cada circuito.

#### **E.1.10 Vaso de expansión.**

El vaso de expansión es un equipo cuya función es absorber los incrementos de volumen por cambio de fase del fluido caloportador, evitando que el circuito alcance presiones demasiado elevadas. Es recomendable en todo el circuito donde haya diferencias importantes de la temperatura del fluido, si bien es totalmente imprescindible en circuitos cerrados.

Se trata de un depósito dividido en 2 cámaras mediante una membrana elástica. Una de las cámaras debe presurizarse con un gas y la otra cámara se llena de fluido caloportador, al conectarse con el circuito hidráulico.

La capacidad del depósito del vaso de expansión debe de ser suficiente para admitir la expansión y/o vaporización del volumen del fluido caloportador del circuito al que protege. [9]

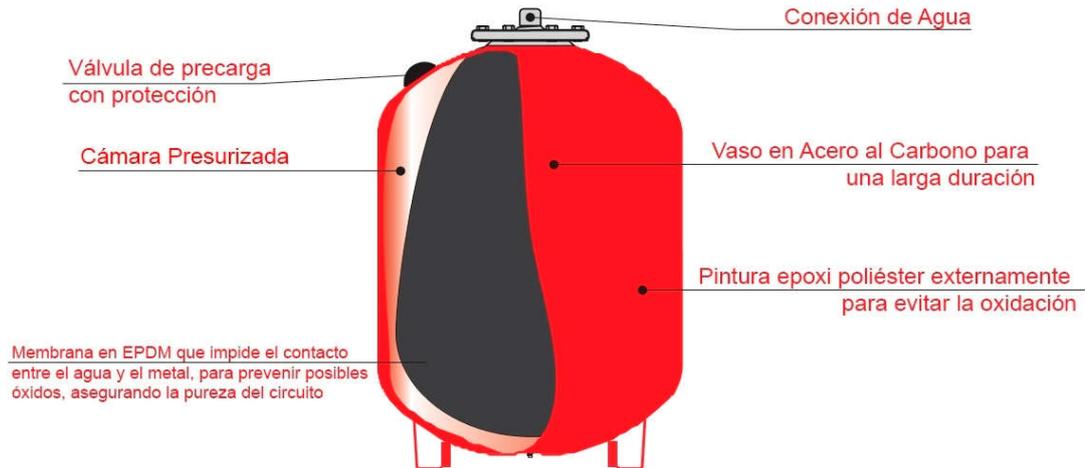


Figura E.16: Vaso de expansión. Fuente: Saincal.

### E.1.11 Válvulas:

- Válvulas de corte: Permiten interrumpir el paso del fluido a través del circuito, aislando hidráulicamente los distintos elementos para cuando haya que repararlos, llenar o vaciar la instalación. Pueden ser manuales o automáticas.



Figura E.17: Válvula de corte. Fuente: directindustry.

- Válvulas de 3 vías: Son válvulas de corte en las que confluyen 3 tuberías, de manera que se pueden cerrar y abrir una o varias según su aplicación. Pueden ser manuales o automáticas.
  - Válvula de 3 vías desviadora: Permite seleccionar la circulación hacia una zona dejando aislando una segunda zona y viceversa.
  - Válvula de 3 vías mezcladora: Permite controlar la apertura en las vías de entrada para obtener en la salida el caudal a la temperatura deseada.



**Figura E.18: Válvula de 3 vías. Fuente: Genebre.**

- Válvulas de retención o antirretorno: Permiten impedir la circulación del fluido en sentido contrario al esperado según el diseño de la instalación. Se ubicarán para proteger la bomba y en la entrada de agua de red a la instalación.



**Figura E.19: Válvula de retención. Fuente: Tuandco.**

- Válvulas de seguridad: Permiten proteger la instalación para garantizar que no se supere a presión máxima de trabajo de los componentes de manera que actúa abriendo el circuito y evacuando el fluido hasta que la presión se reduce a un valor normal.



**Figura E.20: Válvulas de seguridad. Fuente: Tubevalco.**

- Válvulas de equilibrio hidráulico: Permiten ajustar el caudal que se desea que circule por la tubería. Son imprescindibles en sistemas con varios circuitos en paralelo donde se quiere evitar caminos preferentes.



**Figura E.21: Válvula de equilibrio hidráulico. Fuente: MKS Control y Regulación de Fluidos**

- Válvula reductora de presión: Permite reducir la presión frente a aumentos de presión en la red de distribución de agua.



**Figura E.22: Válvula reductora de presión. Fuente: Caleffi.**

### **E.1.12 Accesorios.**

- Purgador de aire: Elemento cuya función es evacuar el aire atrapado en las zonas altas de la instalación, y asegurar una circulación adecuada de fluido en el circuito.



**Figura E.23: Purgador. Fuente: Giacomini.**

- Filtro: Elemento que permite separar la suciedad que va acumulando el fluido caloportador debido al deterioro de los distintos equipos y de la propia calidad del fluido. Es necesario vaciarlo periódicamente.



**Figura E.24: Filtro. Fuente. Honeywell**

- Manguitos antivibratorios: Elemento elástico cuya función es absorber las vibraciones de elementos mecánicos como bombas y establecer una barrera de ruptura de transmisión de vibraciones hacia el resto de la instalación.



**Figura E.25: Manguito antivibratorio. Fuente: Valsan.**

- Caudalímetro: Elemento que ofrece lecturas instantáneas del caudal del fluido que circula por una tubería.



**Figura E.26: Caudalímetro. Fuente: Shengda.**

- Termómetro: Elemento que mide la temperatura en un punto del circuito y permite visualizarla.



**Figura E.27: Termómetro. Fuente: Gesa.**

- Manómetro: Elemento que mide la presión en un punto del circuito y permite visualizarla.



**Figura E.28: Manómetro. Fuente: Gesa.**

- Presostato: Elemento que detecta la presión en un punto del circuito y actúa sobre un relé cuando se llega a un valor mínimo o máximo programado.



Figura E.29: Presostato. Fuente: Rhona.

### **E.1.13 Sistema de regulación y control.**

El objetivo principal del sistema de regulación y control de una instalación térmica es controlar el funcionamiento de esta para: [9]

- Optimizar el rendimiento de la instalación.
- Proteger la instalación frente a condiciones extremas.
- Satisfacer el confort de las personas con el máximo rendimiento y el mínimo consumo energético.

Algunos de los principales parámetros a regular son:

- Nivel de almacenamiento en silo.
- Velocidades de transporte de biomasa.
- Sistema antiretroceso de llama.
- Volumen de cenizas acumulado.
- Sonda lambda en calderas multicom bustibles.
- Temperatura de humos en chimenea.
- Temperatura de fluidos.
- Presiones de fluidos.
- Sentidos de fluidos.
- Temperatura ambiente y exterior.

Elementos que intervienen en la regulación y control:

- Sensor: Elemento que mide diferentes parámetros asociados a puntos estratégicos de la instalación que son necesarios controlar.
- Regulador: Elemento que interpreta una señal generando órdenes de control para gestionar actuadores dentro del sistema.
- Actuador: Elemento que recibe la señal de control del regulador y actúa, ejerciendo un movimiento sobre el elemento a controlar.

## **ANEXO F programas de cálculo**

- CEX v.2.3 Certificación energética en edificios.
- Presto Presupuestos.

## **ANEXO G. Estudio de alternativas, diseño y dimensionamiento del proyecto.**

### **G.1 Introducción.**

Una vez vistos todos los equipos que intervienen en una instalación de biomasa térmica, se van a detallar las distintas fases que hay que seguir a la hora de diseñar y dimensionar una instalación de este tipo.

Son muchos los condicionantes previos que se deben identificar, tales como: logística de la biomasa, características del edificio donde se va a ubicar... para realizar un diseño adecuado de la instalación.

Ahora se detallarán las fases que hay que llevar a cabo en orden de ejecución.

### **G.2 Identificar condicionantes de partida.**

En la fase inicial del proceso de diseño, pueden darse dos puntos de partida diferentes:

- Nueva instalación: Cuando se lleva a cabo una obra nueva, y podemos participar en aportar soluciones desde una fase inicial. En esta fase habrá que integrar la solución de biomasa a un proyecto de arquitectura. Será necesario estudiar los planos del proyecto, para identificar la ubicación más adecuada de los elementos principales de instalación de biomasa.
- Reposición de equipos existentes: Cuando ya existe una instalación funcionando y el promotor de esta quiere una nueva solución que le proporcione ahorro energético o una mejora en confort.

En cualquiera de los dos casos, los factores principales a tener en cuenta son los siguientes:

- Logística de la biomasa: El diseño de la instalación deberá partir de la selección del tipo de biomasa, para lo cual se deberán tener en cuenta varios aspectos fundamentales:
  - Características del biocombustible: Granulometría del biocombustible (determina el tipo de sistema de alimentación a la caldera), el % de cloros (determina el tipo de caldera a utilizar), la durabilidad mecánica del

biocombustible (una baja durabilidad facilitaría la disgregación y por lo tanto incrementaría el contenido en polvo).

- Distribución: Es necesario que tengamos disponible el recurso biomásico con cierta proximidad y que existan los mecanismos de distribución adecuados para tener el suministro garantizado. El intervalo de tiempo entre suministros puede afectar también al tipo de sistemas de almacenamiento y de alimentación, así como su dimensionado.
- Precio: La disponibilidad de combustible a bajo coste, que dependerá a su vez de la proximidad del suministrador.
- Características del edificio: Los condicionantes que pueda presentar el edificio serán esenciales para el diseño de la instalación. En una obra nueva, las restricciones serán mínimas siempre que el diseño del edificio y de las instalaciones vayan de la mano. Sin embargo, en edificios existentes aparecerán multitud de limitaciones que deberán ser subsanadas condicionando el diseño de la instalación y realizando las reformas mínimas en la construcción, lo que encarecería mucho la instalación.
  - Espacio: Se necesitará el espacio suficiente para ubicar los distintos componentes de la instalación. A veces habrá que fraccionar los equipos en varias unidades de menor tamaño.
  - Accesos: Deberá comprobarse que existen los accesos adecuados para ubicar los equipos en condiciones de seguridad. En obra nueva es frecuente colocar algunos equipos previamente al cerramiento de la tabiquería, si bien deberán garantizar su posible reparación sin necesidad de sacarlos del edificio.
  - Carga térmica/consumos: Según el tipo de edificio y en función de la aplicación de la instalación se tendrán distintas cargas térmicas y consumos. Este criterio es básico para el dimensionado de la caldera. En obras nuevas será necesario el cálculo de cargas térmicas, mientras que en edificios ya existentes será suficiente con saber el consumo de energía. Con este dato y el rendimiento de la caldera, se podrán valorar las distintas potencias de caldera en combinación con los depósitos de inercia adecuados.

- Aplicación de la instalación: Este factor es básico en el diseño de la instalación, afectando a la potencia de caldera, pero sobre todo afectando al dimensionado de todo el circuito hidráulico. La aplicación concreta determinará las temperaturas de trabajo y el tipo de fluido a emplear.
  - Instalaciones de ACS: Se tendrán en consideración los condicionantes del agua corriente en circuito abierto, sistemas colectivos o individuales, temperaturas de utilización...
  - Instalaciones de calefacción: Se dispondrá de elementos terminales y de distribución necesarios en función de las cargas térmicas, temperaturas, necesidades del cliente...
  - Otros procesos: Podemos tener instalaciones combinadas de ACS y calefacción en las que los rangos de temperaturas y fluidos de trabajo son muy variados y habrá que dimensionar los equipos con mayor precisión.
- Necesidades del cliente: El cliente va a ser un elemento principal a tener en cuenta, ya que es el promotor de la instalación. Hay que detectar bien sus necesidades y conducirlo hacia la mejor solución posible para su satisfacción y éxito del proyecto.
  - Prestaciones: Se debe tener en cuenta el grado de confort y comodidad deseado por el cliente a la hora de fijar las prestaciones y opciones que pueda ofrecer la instalación.
  - Calidades: Independientemente de las prestaciones de la instalación, los equipos y el montaje podrán ofrecer mayor o menor garantía y durabilidad en función de los procesos de fabricación, materiales...
  - Precios: Los aspectos comentados en cuanto a prestaciones y calidad normalmente se verán reflejados en el precio de materiales y de montaje de la instalación, y por tanto, serán un factor importante en la decisión del cliente.
  - Ahorros: El ahorro energético y económico es un aspecto muy importante en instalaciones de energías renovables. Al elegir un sistema de este tipo en vez de uno con combustibles fósiles se estará realizando una inversión mayor, pero

se conseguirán también ahorros importantes en función de los siguientes parámetros:

- El rendimiento de la instalación, que reducirá los consumos energéticos cuanto mayor sea.
- El precio de la biomasa, que dependerá de los factores comentados, pero será muy inferior al precio de los combustibles fósiles.
- El precio de los combustibles fósiles, que tiene previsiones de seguir aumentando progresivamente, haciendo a los sistemas de biomasa más competitivos.

### **G.3 Diseñar el esquema de principio.**

En el plano nº 4 del Documento Planos viene detallado el esquema del proyecto. En él se observan los siguientes elementos:

- Caldera de biomasa con tolva: Es el equipo encargado de generar calor a través de la combustión de la biomasa contenida en su tolva. Está conectada de forma hidráulica con el silo, que es el elemento encargado de almacenar el combustible.
- Vaso de expansión: Dispositivo que absorbe el aumento de presión del agua que se origina en el circuito de A.C.S. o calefacción cuando se calienta el agua.
- Depósito de inercia. Acumulador de inercia en cuyo interior posee un segundo acumulador de A.C.S. de menor tamaño, que se calienta a través de un intercambiador de calor interno en forma de serpentín.
- Bomba impulsión: Elemento cuya misión es impulsar el caudal necesario del fluido a la presión necesaria para recircular y vencer todas las pérdidas de carga de la instalación.
- Radiadores: Elementos terminales que emiten calor en forma de radiación y de convección a partir del agua caliente que circula en su interior.
- Válvulas y accesorios.

#### **G.4 Proyecto:**

La instalación que vamos a llevar a cabo va a consistir en una reposición de una caldera ya existente, perteneciente a la empresa soriana GEINSO, que se encuentra ubicada en el polígono Industrial las Casas, Calle I, Parcela 287.

Los motivos del cambio son los siguientes expuestos por el promotor: quiere intentar reducir costes a largo plazo en cuanto a combustible (ya que la caldera actual funciona con gasóleo y está sobredimensionada) y poseer una mejor certificación energética.

La caldera actual es una Ferroli GNM-05 que posee una potencia nominal útil de 58.1 kW y que se alimenta mediante gasóleo.

Se ha realizado también una visita a la nave en la que se han identificado todos los lugares que van a ser calefactados, así como la zona en la que va a ser ubicada la nueva caldera. Esta zona va a ser la misma que la anterior, ya que se dispone de espacio suficiente para implementar todos los equipos necesarios para abastecer a la empresa tanto de ACS como de calefacción.

La red de tubería de calefacción se renovará, debido a que el material de cobre está bastante deteriorado, al igual que los radiadores que tienen 19 años de antigüedad y numerosas fugas.

Por otro lado el sistema de evacuación de humos se mantiene ya que se renovó hace tan solo 1 año.

#### **G.5 Elección del combustible.**

El promotor quiere una caldera abastecida mediante biomasa, que posea un alto grado de automatización y una garantía comercial contrastada, por ello vamos a buscar diferentes opciones en el mercado y elegiremos la más adecuada en función del PCI y del precio de las distintas biomásas y de las posibilidades de automatización.

Vamos a analizar dos tipos de biomásas de 2 empresas españolas, ambas son empresas autóctonas de la zona, Amatex, situada en Cabrejas del Pinar. La otra está situada a 5 Km de Soria, en concreto en Carbonera de Frentes (Soria), llamada Biofor.

##### **Amatex.**

- Pellet: El pellet que suministra Amatex está fabricado con la mejor materia prima posible: serrín y viruta de pino. No en vano nos encontramos en una de las masas forestales más amplias de la península ibérica con más de 100.000 hectáreas de *Pinus sylvestris* declarado Bosque Modelo Sostenible. Para su fabricación tan solo

utilizan alta presión y vapor, sin necesidad de añadir ningún tipo de producto químico como aglomerante. [10]

El pellet que suministra AmateX tienen las siguientes características:

- PCI: 4840 Kcal/Kg= 5.63 kWh/Kg
- Densidad: 700 Kg/m<sup>3</sup>
- Humedad: 8 %
- Cenizas: 0.6 %
- Precio:179.04 €/Tn

Astilla: La astilla que suministra AmateX es una astilla elaborada y tiene las siguientes características: [10]

- PCI: 3408 Kcal/Kg= 3.96 kWh/Kg
- Densidad: 300 Kg/m<sup>3</sup>
- Humedad: 19 %
- Cenizas: 6 %
- Precio:82.78 €/Tn

#### Biofor:

- Pellet: El pellet que suministra Biofor procede de aprovechamientos forestales de madera de pino virgen desramada y descortezada y tiene las siguientes características: [22]

- PCI:4350.00 Kcal/Kg
- Densidad: 650 Kg/m<sup>3</sup>
- Humedad: 11%
- Cenizas: 0.8 %
- Precio: 175.04 €/Tn

- Astilla: La astilla que suministra Biofor procede de aprovechamientos forestales (pino, chopo, tarama de encina y de roble, es una astilla en bruto. Tiene las siguientes características: [22]
  - PCI: 2890 Kcal/ Kg
  - Densidad: 300 Kg/m<sup>3</sup>
  - Humedad: 30 %
  - Cenizas: 0.6 %
  - Precio: 46.73 €/Tn

#### Elección final de Biomasa:

En cuanto al pellet, como observa en el apartado anterior ambos proveedores ofrecen un precio similar (un poco más barato biofor), pero el de Amatex posee un mayor PCI y un contenido más bajo de humedad. Además, está certificado ENplus® y el de Biofor no, ya que sus cenizas son más elevadas.

Por otro lado, la astilla de Biofor tiene un PCI más o menos aceptable, pero la gran diferencia reside en el precio ya que esta astilla es una astilla en bruto, y la de Amatex, aparte de ofrecernos un mayor PCI es una astilla elaborada, y por tanto de mayor calidad.

La utilización de la astilla se desestima, debido a que tiene una densidad menor que el pellet y por tanto requiere una mayor capacidad de almacenamiento.

Para demostrar esto se va a calcular el volumen que ocupa la astilla y el pellet de Amatex:

- Primero se calculan los Kg anuales de pellet y de astilla en función del consumo energético anual (Geinso nos ha proporcionado los consumos energéticos de los últimos 10 años y tras hacer una media, tenemos un consumo anual de 54.450,64 kWh/año).
  - Kg de Pellet = Consumo energético anual/ PCI<sub>Pellet</sub>
  - Kg de Pellet= 54.450,64 kWh/año / 5.63 kWh/Kg= 9.671,52 Kg Pellet/año.
  - Kg de Astilla = Consumo energético anual/ PCI<sub>Astilla</sub>
  - Kg de Astilla= 54.450,64 kWh/año / 3.96 kWh/Kg = 13.750,16 Kg Astilla/año.

- Tras esto se calcula el volumen que ocupan el pellet y la astilla:
  - $V_{\text{Pellet}} = \text{Kg Pellet} / \rho_{\text{Pellet}} = 9.671,52 \text{ Kg Pellet} / 700 \text{ Kg/m}^3 = 13,82 \text{ m}^3$
  - $V_{\text{Astilla}} = \text{Kg Astilla} / \rho_{\text{Astilla}} = 13.750,16 \text{ Kg Astilla} / 300 \text{ Kg/m}^3 = 45,84 \text{ m}^3$

Para esta instalación se va a elegir el pellet de Amatex ya que se quiere un pellet de calidad certificada, como lo es este, cuyo consumo nos ofrezca una seguridad tanto a nivel de emisiones como de la mejor eficiencia en el proceso de combustión.

## G.6 Cálculo de cargas térmicas.

Se van a calcular las necesidades tanto de ACS como de calefacción.

### Demanda térmica de ACS:

La empresa nos ha facilitado los siguientes datos de consumo: Tiene 15 trabajadores que van a gastar en torno a 7L por persona y día. La temperatura del agua caliente es de 60°C y la temperatura del agua de red es 10 °C, con un tiempo de calentamiento del agua en torno a los 30 min. Por lo tanto:

$$\text{Demanda ACS} = m \cdot C_{p_{\text{agua}}} \cdot \Delta T^a \quad (1)$$

$$m = (15 \text{ pers} \cdot 7 \text{ L/pers}) / 0.5 \text{ h}; \quad m = 210 \text{ L/h}; \quad \underline{m = 210 \text{ Kg/h}}$$

$$C_{p_{\text{agua}}} = \underline{1 \text{ Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\Delta T^a = 60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}; \quad \underline{\Delta T^a = 50^\circ\text{C}}$$

Sustituyendo en (1) en tenemos:

$$\text{Demanda ACS} = 210 \text{ Kg/h} \cdot 1 \text{ Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 50^\circ\text{C} = 10.500 \text{ Kcal/h} \cdot 1 \text{ h} / 3600 \text{ s} \cdot 4.18 \text{ KJ/1 Kcal};$$

$$\text{Demanda ACS} = \underline{12.19 \text{ kW}}$$

### Demanda térmica de calefacción:

Se va a calcular la demanda de calefacción de la zona de oficinas. Las zonas a calefactar de la nave son dos plantas. En la planta baja, en la cual se va a situar la sala de calderas, se van a calefactar 3 estancias, la recepción, el aseo y el vestuario.

En la planta alta se van a calefactar 2 despachos, la sala de espera, el archivo y la sala de juntas. La superficie de estas estancias vendrá reflejada en la tabla G.1

**Tabla G.1 Superficie y volumen de las estancias a calefactar.**

| <b>Estancias</b> | <b>Superficie</b>    | <b>Volumen</b>        |
|------------------|----------------------|-----------------------|
| Recepción        | 121 m <sup>2</sup>   | 369.05 m <sup>3</sup> |
| Aseo             | 30.25 m <sup>2</sup> | 92.262 m <sup>3</sup> |
| Vestuario        | 30.25 m <sup>2</sup> | 92.262 m <sup>3</sup> |
| Archivo          | 18.91 m <sup>2</sup> | 57.675 m <sup>3</sup> |
| Sala de juntas   | 26.80 m <sup>2</sup> | 81.74 m <sup>3</sup>  |
| Despacho 2       | 23.50 m <sup>2</sup> | 71.675 m <sup>3</sup> |
| Sala de espera   | 17.98 m <sup>2</sup> | 54.839 m <sup>3</sup> |
| Despacho 1       | 25.70 m <sup>2</sup> | 78.385 m <sup>3</sup> |

Cálculo de la transmitancia térmica ( $U_k$ ) de cada elemento que compone la fachada:

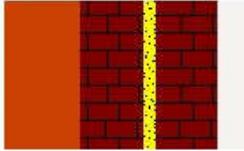
Una vez conocidas las dimensiones de las estancias se calcula la transmitancia térmica de todos los materiales que componen las mismas (muros, tabiques, ventanas, puertas, suelos y techos) para así cuantificar las pérdidas de carga existentes a través de los cerramientos. Para el cálculo de este parámetro nos ayudamos del programa CEX v.2.3 Certificación energética en edificios.

- Muros de fachada:

Nombre:

*Características del cerramiento*  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

| Material                 | Grupo                | R (m2 K...) | Espesor... | $\lambda$ (W/mK) | $\rho$ (kg/m3) | Cp (J/kgK) |
|--------------------------|----------------------|-------------|------------|------------------|----------------|------------|
| Granito [2500 < d < ...  | Pétreos y suelos     | 0.057       | 0.16       | 2.8              | 2600           | 1000       |
| Tabicón de LH coble ...  | Fábricas de ladrillo | 0.301       | 0.13       | 0.432            | 930            | 1000       |
| EPS Poliestirenc Expa... | Aisantes             | 0.747       | 0.028      | 0.0375           | 30             | 1000       |
| Tabicón de LH coble ...  | Fábricas de ladrillo | 0.301       | 0.13       | 0.432            | 930            | 1000       |
| Placa de yeso o esca...  | Yesos                | 0.224       | 0.056      | 0.25             | 825            | 1000       |



$R1+...+Rn$   
1.63 m2K/W

**Figura G.1: Características de los materiales que componen los Muros de Fachada del edificio objeto.**

La transmitancia se calcula como:  $U_k=1/\sum R$

Transmitancia Muros de fachada:  $1/1,63$ ;  $U_{\text{Muros de Fachada}}= 0.613 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

- Tabiques interiores:

Nombre:

*Características del cerramiento*  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

| Material                | Grupo | R (m2 K...) | Espesor... | $\lambda$ (W/mK) | $\rho$ (kg/m3) | Cp (J/kgK) |
|-------------------------|-------|-------------|------------|------------------|----------------|------------|
| Yeso, dureza media 6... | Yesos | 0.7         | 0.21       | 0.3              | 750            | 1000       |



$R1+...+Rn$   
0.7 m2K/W

**Figura G.2: Características de los materiales que componen los Tabiques interiores del edificio objeto.**

La transmitancia se calcula como:  $U_k=1/\sum R$

Transmitancia Tabiques interiores:  $1/0,7$ ;  $U_{\text{Tabiques interiores}}= 1,42 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

- Suelo:

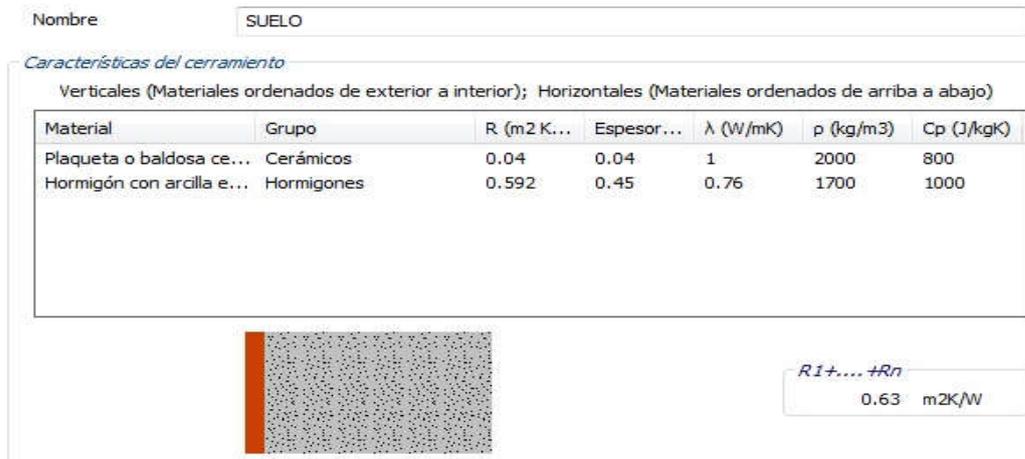


Figura G.3: Características de los materiales que componen el suelo del edificio objeto.

La transmitancia se calcula como:  $U_k=1/\sum R$

Transmitancia Suelo:  $1/0,63$ ;  $U_{\text{Suelo}}= 1,587 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

- Techo:

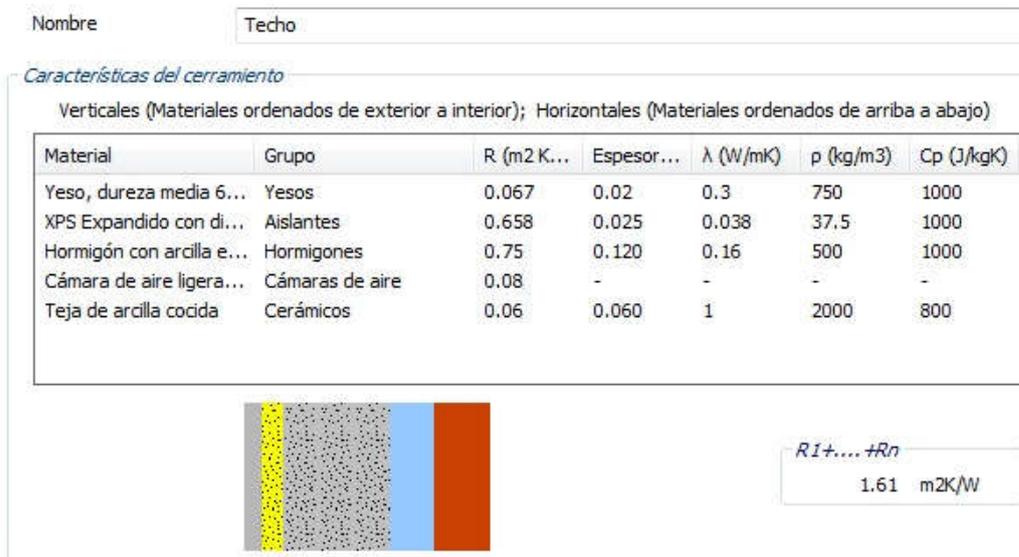


Figura G.4 Características de los materiales que componen el techo del edificio objeto.

La transmitancia se calcula como:  $U_k=1/\sum R$

Transmitancia Techo:  $1/1,61$ ;  $U_{\text{Techo}}= 0,621 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

- Puertas:

Nombre: Puertas

*Características del cerramiento*

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

| Material              | Grupo   | R (m2 K...) | Espesor... | λ (W/mK) | ρ (kg/m3) | Cp (J/kgK) |
|-----------------------|---------|-------------|------------|----------|-----------|------------|
| Frondosa muy pesad... | Maderas | 1.207       | 0.35       | 0.29     | 900       | 1600       |

*Ri+...+Rn*  
1.21 m2K/W

**Figura G.5: Características de los materiales que componen las puertas del edificio objeto.**

La transmitancia se calcula como:  $U_k=1/\sum R$

Transmitancia Puertas:  $1/1,207$ ;  $U_{Puertas} = 0,828 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

- Ventanas:

*Parámetros característicos del hueco*

Propiedades térmicas: Conocidas

U vidrio: 1.4 W/m2K

g vidrio: 0.55

U marco: 1.8 W/m2K

Vidrio seleccionado: VER\_DB3\_4-15-441a

Marco seleccionado: VER\_PVC tres cámaras

**Figura G.6: Características de los materiales que componen las ventanas del edificio objeto.**

Para calcular la transmitancia térmica de la ventana se realiza el siguiente procedimiento:

Hay que calcular la fracción de hueco que es ocupada por el marco y la fracción de hueco que es ocupada por el cristal.

$$F_{\text{ventana}} = \frac{F_{\text{cristal}}}{F_{\text{hueco}}} = \frac{1,70 \cdot 1,70}{1,82 \cdot 1,82}$$

$$F_{\text{cristal}} = 87\%$$

$$F_{\text{ventana}} = 100\% - 87\%$$

$$F_{\text{ventana}} = 13\%$$

Sabemos que el vidrio seleccionado, según vemos en imagen 6 es un VER\_DB3\_4-15-441a y que tiene una transmitancia de  $1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

El marco seleccionado, según vemos en la figura 6 es un VER\_PVC tres cámaras y que tiene una transmitancia de  $1,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Por lo tanto, la transmitancia térmica total de las ventanas será:

$$U_{\text{ventanas}} = (0,87 \cdot 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}) + (0,13 \cdot 1,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K})$$

$$U_{\text{ventanas}} = 1,452 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

**Tabla G.2: Resumen transmitancia térmica de los elementos que componen el edificio.**

| <b>Elementos del edificio objeto</b> | <b>Transmitancia térmica</b>       |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Muros de fachada                     | $0,613 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| Tabiques interiores                  | $1,42 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  |
| Suelo                                | $1,587 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| Techo                                | $0,621 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| Puertas                              | $0,828 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| Ventanas                             | $1,452 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |

### Cálculo del área de los cerramientos que componen las estancias a calefactar

Se va a proceder al cálculo de la superficie de todos los elementos que componen las estancias con ayuda de los planos nº2 y nº3 del documento Planos.

Planta baja:

Recepción:

- Muros de fachada:
  - Muro N:  $(11,00\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - 2 \cdot (1,03\text{m} \cdot 1,70\text{m}) = 30,048\text{m}^2$ .
  - Muro E:  $(11,00\text{ m} \cdot 3,05\text{ m}) - (7,46\text{ m} \cdot 1,70\text{m}) - (1,82\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 17,137\text{ m}^2$
  - Muro S:  $(11,00\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - 2 \cdot (1,03\text{m} \cdot 1,70\text{m}) = 30,048\text{m}^2$
  - Muro O:  $(11,00\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - 2 \cdot (1,57\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 27,113\text{m}^2$
  - Superficie total Muros:
  
- Suelo:  $(11,00\text{m} \cdot 11,00\text{m}) - (\pi 1,08\text{m}^2 / 2) = 119,17\text{m}^2$ .
  
- Techo:  $(11,00\text{m} \cdot 11,00\text{m}) - (0,36\text{m}^2 \cdot 12\text{ud.}) = 116,68\text{ m}^2$
  
- Puertas:  $3 \cdot (1,57\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 9,655\text{ m}^2$
  
- Ventanas:  $4 \cdot (1,03\text{m} \cdot 1,70\text{m}) + (7,46\text{ m} \cdot 1,70\text{m}) = 19,686\text{ m}^2$

Aseo:

- Muros de fachada:
  - Muro N:  $(5,50\text{m} \cdot 3,05\text{m}) = 16,775\text{m}^2$ .
  
- Tabiques interiores:
  - Tabique E:  $(5,50\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - (1,57\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 13,556\text{ m}^2$
  - Tabique S:  $(5,50\text{m} \cdot 3,05\text{m}) = 16,775\text{m}^2$
  - Tabique O:  $(5,50\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - (1,57\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 13,556\text{ m}^2$
  
- Suelo:  $(5,5\text{m} \cdot 5,5\text{m}) = 30,25\text{ m}^2$ .

- Techo:  $(5,5m \cdot 5,5m) - (0,36m^2 \cdot 3ud.) = 29,17 m^2$
- Puertas:  $2 \cdot (1,57m \cdot 2,05m) = 6,437 m^2$

#### Vestuario:

- Muros de fachada:
  - Muro N:  $(5,50m \cdot 3,05m) = 16,775m^2$ .
- Tabiques interiores:
  - Tabique E:  $(5,50m \cdot 3,05m) - (1,57m \cdot 2,05m) = 13,556 m^2$
  - Tabique S:  $(5,50m \cdot 3,05m) = 16,775m^2$
  - Tabique O:  $(5,50m \cdot 3,05m) - (1,57m \cdot 2,05m) = 13,556 m^2$
- Suelo:  $(5,5m \cdot 5,5m) = 30,25 m^2$ .
- Techo:  $(5,5m \cdot 5,5m) - (0,36m^2 \cdot 3ud.) = 29,17 m^2$
- Puertas:  $2 \cdot (1,57m \cdot 2,05m) = 6,437 m^2$

#### Planta alta:

#### Archivo:

- Muros de fachada:
  - Muro N:  $(4,72 m \cdot 3,05m) - 1 \cdot (1,03m \cdot 1,70m) = 12,645m^2$ .
  - Muro O:  $(4,72m \cdot 3,05m) - 2 \cdot (1,03m \cdot 1,70m) = 10,894m^2$
- Tabiques interiores:
  - Tabique E:  $(3,95m \cdot 3,05m) - 1 \cdot (0,78m \cdot 2,05m) = 10,448 m^2$
  - Tabique S:  $(4,72m \cdot 3,05m) = 14,396m^2$
- Suelo:  $18,91m^2$

- Techo:  $(18.91\text{m}^2) - (0,36\text{m}^2 \cdot 3\text{ud.}) = 18,19 \text{ m}^2$
- Puertas:  $1 \cdot (0,78\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 1,599 \text{ m}^2$
- Ventanas:  $3 \cdot (1,03\text{m} \cdot 1,70\text{m}) = 5,253 \text{ m}^2$

#### Sala de juntas:

- Muros de fachada:
  - Muro S:  $(3,98 \text{ m} \cdot 3,05\text{m}) = 12,139\text{m}^2$
  - Muro O:  $(6,65\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - 2 \cdot (1,03\text{m} \cdot 1,70\text{m}) = 16,780\text{m}^2$
- Tabiques interiores:
  - Tabique N:  $(3,98\text{m} \cdot 3,05\text{m}) = 12,139 \text{ m}^2$
  - Tabique E:  $(6,65\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - 1 \cdot (0,78\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 18,683\text{m}^2$
- Suelo:  $26,80 \text{ m}^2$
- Techo:  $(26.80\text{m}^2) - (0,36\text{m}^2 \cdot 4\text{ud.}) = 25,36 \text{ m}^2$
- Puertas:  $1 \cdot (0,78\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 1,599 \text{ m}^2$
- Ventanas:  $2 \cdot (1,03\text{m} \cdot 1,70\text{m}) = 3,502 \text{ m}^2$

#### Despacho 2:

- Muros de fachada:
  - Muro N:  $(6,17 \text{ m} \cdot 3,05\text{m}) - 1 \cdot (1,03\text{m} \cdot 1,70\text{m}) = 17,067\text{m}^2$ .
  - Muro E:  $(4,45\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - 1 \cdot (3,82\text{m} \cdot 1,70\text{m}) = 7,078\text{m}^2$
- Tabiques interiores:

- Tabique S:  $(6,17m \cdot 3,05m) = 18.818 m^2$
- Tabique O:  $(4,45m \cdot 3,05m) - 1 \cdot (0,78m \cdot 2,05m) = 11,973m^2$
  
- Suelo:  $23,50 m^2$
  
- Techo:  $(23.50m^2) - (0,36m^2 \cdot 4ud.) = 22,06 m^2$
  
- Puertas:  $1 \cdot (0,78m \cdot 2,05m) = 1,599 m^2$
  
- Ventanas:  $1 \cdot (1,03m \cdot 1,70m) + 1 \cdot (3.82 \cdot 1.70) = 9,996 m$

Sala de espera:

- Muros de fachada:
  - Muro E:  $(1,82 m \cdot 3,05m) - 1 \cdot (1,82m \cdot 1,70m) = 2,457m^2.$
  
- Tabiques interiores:
  - Tabique N:  $(6,91m \cdot 3.05m) = 21,075 m^2$
  - Tabique S:  $(6,78m \cdot 3,05m) - 1 \cdot (0,78 \cdot 2.05m) = 19.08 m^2$
  - Tabique O:  $(2,94m \cdot 3,05m) = 8,967m^2$
  
- Suelo:  $17,98 m^2$
  
- Techo:  $(17,98m^2) - (0,36m^2 \cdot 3ud.) = 16,90 m^2$
  
- Puertas:  $4 \cdot (0,78m \cdot 2,05m) = 6,396 m^2$
  
- Ventanas:  $1 \cdot (1,82m \cdot 1,70m) = 3,094 m^2$

Despacho 1:

- Muros de fachada:

- Muro E:  $(4,45\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - 1 \cdot (3,82\text{m} \cdot 1,70\text{m}) = 7,078\text{m}^2$
- Muro S:  $(6,17\text{ m} \cdot 3,05\text{m}) = 6.91\text{ m}^2$
  
- Tabiques interiores:
  - Tabique N:  $(6,78\text{m} \cdot 3,05\text{m}) - 1 \cdot (0.78\text{m} \cdot 2.05\text{m}) = 19.08\text{ m}^2$
  - Tabique O:  $(4,45\text{m} \cdot 3,05\text{m}) = 13,572\text{m}^2$
  
- Suelo:  $25,70\text{ m}^2$
  
- Techo:  $(25.70\text{m}^2) - (0,36\text{m}^2 \cdot 4\text{ud.}) = 24,26\text{ m}^2$
  
- Puertas:  $1 \cdot (0,78\text{m} \cdot 2,05\text{m}) = 1,599\text{ m}^2$
  
- Ventanas:  $1 \cdot (3.82 \cdot 1.70) = 6,494\text{ m}^2$

#### Cálculo de las pérdidas de carga totales las estancias a calefactar

Se va a proceder al cálculo de las pérdidas de carga de todas las estancias que componen el edificio objeto de estudio. En cada una de las estancias se determinan las cargas térmicas por:

- Conducción a través de paredes, techos y suelos ( $Q_K$ ): Es la carga térmica debida a la pérdida de calor por conducción de los distintos materiales que componen los cerramientos de las estancias a calefactar.
  
- Ventilación: Pérdidas de calor debidas a la ventilación de las estancias a calefactar ( $Q_V$ ).
  
- Capacidad de calentamiento: Es la capacidad que tiene la superficie de una estancia para calentarse.

**Tabla G.3 Cargas térmicas de la Recepción.**

|                                                       |
|-------------------------------------------------------|
| <b>Cálculo de las Cargas térmicas de la Recepción</b> |
|-------------------------------------------------------|

| <b>Carga térmica a través de paredes, techos suelos (<math>Q_K</math>)</b> |                                                                                     |                         |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Elemento                                                                   | $U_K$ (W/m <sup>2</sup> ·K)                                                         | $A_K$ (m <sup>2</sup> ) | $U_K \cdot A_K$ (W/K) |
| Muros de fachada                                                           | 0.613                                                                               | 104,346                 | 63,964                |
| Suelo                                                                      | 1,587                                                                               | 119,017                 | 188,879               |
| Techo                                                                      | 0,621                                                                               | 116,68                  | 72,458                |
| Puertas                                                                    | 0,828                                                                               | 9,655                   | 7,994                 |
| Ventanas                                                                   | 1,452                                                                               | 19,686                  | 28,584                |
|                                                                            |                                                                                     | $\Sigma U_K \cdot A_K$  | 361,879 W/K           |
| $T^a$ int= 20.5 °C                                                         | $T^a$ ext= -8.5°C                                                                   | $T^a$ int- $T^a$ ext    | 29 °C                 |
| <b><math>Q_K</math> Total</b>                                              | <b><math>Q_K = \Sigma U_K \cdot A_K \cdot (T^a</math> int- <math>T^a</math>ext)</b> |                         | <b>10.494,491 W</b>   |

| <b>Carga térmica por ventilación (<math>Q_v</math>)</b> |                       |               |                         |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|-------------------------|
| $V_{Recepción}$                                         | 369.05 m <sup>3</sup> | $\rho_{Aire}$ | 1.28 Kg/ m <sup>3</sup> |
| $C_p$ Aire                                              | 0.24 Kcal/Kg·°C       | $n_{min}$     | 0.5 h <sup>-1</sup>     |

|                                                                                                                                               |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| $T^a \text{ int- } T^a \text{ ext}$                                                                                                           | 29 °C              |
| $Q_V = V_{\text{Recepción}} \cdot n_{\text{min}} \cdot C_{p \text{ Aire}} \cdot \rho_{\text{Aire}} \cdot (T^a \text{ int- } T^a \text{ ext})$ | <b>1.643,896 W</b> |

| <b>Capacidad de Calentamiento (<math>Q_{RH}</math>)</b> |                    |          |                     |
|---------------------------------------------------------|--------------------|----------|---------------------|
| $S_{\text{Recepción}}$                                  | 121 m <sup>2</sup> | $F_{RH}$ | 13 W/m <sup>2</sup> |
| $Q_{RH} = S_{\text{Recepción}} \cdot F_{RH}$            |                    |          | <b>1.573,00 W</b>   |

|                                                   |                     |
|---------------------------------------------------|---------------------|
| $Q_{\text{Total Recepción}} = Q_K + Q_V + Q_{RH}$ | <b>13.711,387 W</b> |
|---------------------------------------------------|---------------------|

**Tabla G.4 Cargas térmicas de la Aseo.**

|                                                |
|------------------------------------------------|
| <b>Cálculo de las Cargas térmicas del aseo</b> |
|------------------------------------------------|

| <b>Carga térmica a través de paredes, techos suelos (<math>Q_K</math>)</b> |                             |                         |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Elemento                                                                   | $U_K$ (W/m <sup>2</sup> ·K) | $A_K$ (m <sup>2</sup> ) | $U_K \cdot A_K$ (W/K) |
| Muros de fachada                                                           | 0.613                       | 16.775                  | 10,283                |
| Tabiques                                                                   | 1,42                        | 43,887                  | 62,319                |
| Suelo                                                                      | 1,587                       | 30,25                   | 48,007                |

|                                                 |                                                                                          |                                     |                     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Techo                                           | 0,621                                                                                    | 29,17                               | 18,115              |
| Puertas                                         | 0,828                                                                                    | 6,437                               | 5,329               |
|                                                 |                                                                                          | $\Sigma U_K \cdot A_K$              | 144,053 W/K         |
| $T^a \text{ int} = 20.5 \text{ }^\circ\text{C}$ | $T^a \text{ ext} = -8.5 \text{ }^\circ\text{C}$                                          | $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$ | 29 $^\circ\text{C}$ |
| <b><math>Q_K \text{ Total}</math></b>           | <b><math>Q_K = \Sigma U_K \cdot A_K \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                                     | <b>4.177,537 W</b>  |

| <b>Carga térmica por ventilación (<math>Q_V</math>)</b>                                                                                                  |                       |                      |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| $V_{\text{Aseo}}$                                                                                                                                        | 92,262 m <sup>3</sup> | $\rho_{\text{Aire}}$ | 1.28 Kg/ m <sup>3</sup> |
| $C_p \text{ Aire}$                                                                                                                                       | 0.24 Kcal/Kg·°C       | $n_{\text{min}}$     | 0.5 h <sup>-1</sup>     |
| $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$                                                                                                                      |                       |                      | 29 $^\circ\text{C}$     |
| <b><math>Q_V = V_{\text{Aseo}} \cdot n_{\text{min}} \cdot C_p \text{ Aire} \cdot \rho_{\text{Aire}} \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                       |                      | <b>410,974 W</b>        |

| <b>Capacidad de Calentamiento (<math>Q_{RH}</math>)</b>   |                      |          |                     |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| $S_{\text{Recepción}}$                                    | 30,25 m <sup>2</sup> | $F_{RH}$ | 13 W/m <sup>2</sup> |
| <b><math>Q_{RH} = S_{\text{Aseo}} \cdot F_{RH}</math></b> |                      |          | <b>393,25 W</b>     |

|                                              |                    |
|----------------------------------------------|--------------------|
| $Q_{\text{Total Aseo}} = Q_K + Q_V + Q_{RH}$ | <b>4.981,761 W</b> |
|----------------------------------------------|--------------------|

**Tabla G.5 Cargas térmicas del Vestuario.**

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| <b>Cálculo de las Cargas térmicas del vestuario</b> |
|-----------------------------------------------------|

| <b>Carga térmica a través de paredes, techos suelos (<math>Q_K</math>)</b> |                                                                                          |                                     |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Elemento                                                                   | $U_K$ (W/m <sup>2</sup> ·K)                                                              | $A_K$ (m <sup>2</sup> )             | $U_K \cdot A_K$ (W/K) |
| Muros de fachada                                                           | 0,613                                                                                    | 16,775                              | 10,283                |
| Tabiques                                                                   | 1,42                                                                                     | 43,887                              | 62,319                |
| Suelo                                                                      | 1,587                                                                                    | 30,25                               | 48,007                |
| Techo                                                                      | 0,621                                                                                    | 29,17                               | 18,115                |
| Puertas                                                                    | 0,828                                                                                    | 6,437                               | 5,329                 |
|                                                                            |                                                                                          | $\Sigma U_K \cdot A_K$              | 144,053 W/K           |
| $T^a \text{ int} = 20.5 \text{ }^\circ\text{C}$                            | $T^a \text{ ext} = -8.5 \text{ }^\circ\text{C}$                                          | $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$ | 29 °C                 |
| <b><math>Q_K \text{ Total}</math></b>                                      | <b><math>Q_K = \Sigma U_K \cdot A_K \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                                     | <b>4.177,537 W</b>    |

| <b>Carga térmica por ventilación (<math>Q_v</math>)</b>                                                                                                       |                       |                      |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| $V_{\text{Vestuario}}$                                                                                                                                        | 92,262 m <sup>3</sup> | $\rho_{\text{Aire}}$ | 1.28 Kg/ m <sup>3</sup> |
| $C_p \text{ Aire}$                                                                                                                                            | 0.24 Kcal/Kg·°C       | $n_{\text{min}}$     | 0.5 h <sup>-1</sup>     |
| $T^{\text{a}} \text{ int- } T^{\text{a}} \text{ ext}$                                                                                                         |                       |                      | 29 °C                   |
| $Q_v = V_{\text{Vestuario}} \cdot n_{\text{min}} \cdot C_p \text{ Aire} \cdot \rho_{\text{Aire}} \cdot (T^{\text{a}} \text{ int- } T^{\text{a}} \text{ ext})$ |                       |                      | <b>410,974 W</b>        |

| <b>Capacidad de Calentamiento (<math>Q_{RH}</math>)</b> |                      |          |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| $S_{\text{Recepción}}$                                  | 30,25 m <sup>2</sup> | $F_{RH}$ | 13 W/m <sup>2</sup> |
| $Q_{RH} = S_{\text{Vestuario}} \cdot F_{RH}$            |                      |          | <b>393,25 W</b>     |

|                                                   |  |  |                    |
|---------------------------------------------------|--|--|--------------------|
| $Q_{\text{Total Vestuario}} = Q_K + Q_v + Q_{RH}$ |  |  | <b>4.981,761 W</b> |
|---------------------------------------------------|--|--|--------------------|

**Tabla G.6 Cargas térmicas del Archivo.**

| <b>Cálculo de las Cargas térmicas del archivo</b> |
|---------------------------------------------------|
|---------------------------------------------------|

| <b>Carga térmica a través de paredes, techos suelos (<math>Q_K</math>)</b> |                             |                         |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Elemento                                                                   | $U_K$ (W/m <sup>2</sup> ·K) | $A_K$ (m <sup>2</sup> ) | $U_K \cdot A_K$ (W/K) |

|                                                 |                                                                                          |                                     |                     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Muros de fachada                                | 0.613                                                                                    | 23,539                              | 14,429              |
| Tabiques                                        | 1,42                                                                                     | 24,844                              | 35,278              |
| Suelo                                           | 1,587                                                                                    | 18,91                               | 30,010              |
| Techo                                           | 0,621                                                                                    | 18,19                               | 11,296              |
| Puertas                                         | 0,828                                                                                    | 1,599                               | 1,323               |
| Ventanas                                        | 1,452                                                                                    | 5.253                               | 7.627               |
|                                                 |                                                                                          | $\Sigma U_K \cdot A_K$              | 99,963 W/K          |
| $T^a \text{ int} = 20.5 \text{ }^\circ\text{C}$ | $T^a \text{ ext} = -8.5 \text{ }^\circ\text{C}$                                          | $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$ | 29 $^\circ\text{C}$ |
| <b><math>Q_K \text{ Total}</math></b>           | <b><math>Q_K = \Sigma U_K \cdot A_K \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                                     | <b>2.898,927 W</b>  |

| <b>Carga térmica por ventilación (<math>Q_v</math>)</b>                                                                                                     |                       |                      |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| $V_{\text{Archivo}}$                                                                                                                                        | 57,675 m <sup>3</sup> | $\rho_{\text{Aire}}$ | 1.28 Kg/ m <sup>3</sup> |
| $C_p \text{ Aire}$                                                                                                                                          | 0.24 Kcal/Kg·°C       | $n_{\text{min}}$     | 0.5 h <sup>-1</sup>     |
| $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$                                                                                                                         |                       |                      | 29 $^\circ\text{C}$     |
| <b><math>Q_v = V_{\text{Archivo}} \cdot n_{\text{min}} \cdot C_p \text{ Aire} \cdot \rho_{\text{Aire}} \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                       |                      | <b>256,907 W</b>        |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

| <b>Capacidad de Calentamiento (<math>Q_{RH}</math>)</b> |                      |          |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| $S_{\text{Archivo}}$                                    | 18,91 m <sup>2</sup> | $F_{RH}$ | 13 W/m <sup>2</sup> |
| $Q_{RH} = S_{\text{Archivo}} \cdot F_{RH}$              |                      |          | <b>245,83 W</b>     |

|                                                 |                    |
|-------------------------------------------------|--------------------|
| $Q_{\text{Total Archivo}} = Q_K + Q_V + Q_{RH}$ | <b>3.401,664 W</b> |
|-------------------------------------------------|--------------------|

**Tabla G.7 Cargas térmicas de la Sala de juntas.**

| <b>Cálculo de las Cargas térmicas de la Sala de juntas</b> |
|------------------------------------------------------------|
|------------------------------------------------------------|

| <b>Carga térmica a través de paredes, techos suelos (<math>Q_K</math>)</b> |                             |                         |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Elemento                                                                   | $U_K$ (W/m <sup>2</sup> ·K) | $A_K$ (m <sup>2</sup> ) | $U_K \cdot A_K$ (W/K) |
| Muros de fachada                                                           | 0,613                       | 28,919                  | 17,727                |
| Tabiques                                                                   | 1,42                        | 30,822                  | 43,767                |
| Suelo                                                                      | 1,587                       | 26,80                   | 42,532                |
| Techo                                                                      | 0,621                       | 25,36                   | 15,748                |
| Puertas                                                                    | 0,828                       | 1,599                   | 1,323                 |
| Ventanas                                                                   | 1,452                       | 3,502                   | 5,085                 |

|                                                 |                                                                                          |                                     |                     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|                                                 |                                                                                          | $\Sigma U_K \cdot A_K$              | 126,182 W/K         |
| $T^a \text{ int} = 20.5 \text{ }^\circ\text{C}$ | $T^a \text{ ext} = -8.5 \text{ }^\circ\text{C}$                                          | $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$ | 29 $^\circ\text{C}$ |
| <b><math>Q_K \text{ Total}</math></b>           | <b><math>Q_K = \Sigma U_K \cdot A_K \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                                     | <b>3.659,278 W</b>  |

| Carga térmica por ventilación ( $Q_V$ )                                                                                                                            |                                |                      |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------|
| $V_{\text{Sala de Juntas}}$                                                                                                                                        | 81,74 m <sup>3</sup>           | $\rho_{\text{Aire}}$ | 1.28 Kg/ m <sup>3</sup> |
| $C_p \text{ Aire}$                                                                                                                                                 | 0.24 Kcal/Kg· $^\circ\text{C}$ | $n_{\text{min}}$     | 0.5 h <sup>-1</sup>     |
| $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$                                                                                                                                |                                |                      | 29 $^\circ\text{C}$     |
| <b><math>Q_V = V_{\text{Sala de juntas}} \cdot n_{\text{min}} \cdot C_p \text{ Aire} \cdot \rho_{\text{Aire}} \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                                |                      | <b>364,103 W</b>        |

| Capacidad de Calentamiento ( $Q_{RH}$ )                             |                      |          |                     |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| $S_{\text{Sala de juntas}}$                                         | 26,80 m <sup>2</sup> | $F_{RH}$ | 13 W/m <sup>2</sup> |
| <b><math>Q_{RH} = S_{\text{Sala de Juntas}} \cdot F_{RH}</math></b> |                      |          | <b>348,4 W</b>      |

|                                                                          |  |  |                    |
|--------------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------|
| <b><math>Q_{\text{Total Sala de Juntas}} = Q_K + Q_V + Q_{RH}</math></b> |  |  | <b>4.371,781 W</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------|

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**Tabla G.8 Cargas térmicas del Despacho 2.**

|                                                      |
|------------------------------------------------------|
| <b>Cálculo de las Cargas térmicas del despacho 2</b> |
|------------------------------------------------------|

| <b>Carga térmica a través de paredes, techos suelos (Q<sub>K</sub>)</b> |                                                                                                    |                                        |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| Elemento                                                                | U <sub>K</sub> (W/m <sup>2</sup> ·K)                                                               | A <sub>K</sub> (m <sup>2</sup> )       | U <sub>K</sub> · A <sub>K</sub> (W/K) |
| Muros de fachada                                                        | 0.613                                                                                              | 24,145                                 | 14,801                                |
| Tabiques                                                                | 1,42                                                                                               | 30,791                                 | 42,723                                |
| Suelo                                                                   | 1,587                                                                                              | 23,50                                  | 37,294                                |
| Techo                                                                   | 0,621                                                                                              | 22,06                                  | 13,699                                |
| Puertas                                                                 | 0,828                                                                                              | 1,599                                  | 1,323                                 |
| Ventanas                                                                | 1,452                                                                                              | 9,996                                  | 5,085                                 |
|                                                                         |                                                                                                    | $\Sigma U_K \cdot A_K$                 | 114,925 W/K                           |
| T <sup>a</sup> int= 20.5 °C                                             | T <sup>a</sup> ext= -8.5°C                                                                         | T <sup>a</sup> int- T <sup>a</sup> ext | 29 °C                                 |
| <b>Q<sub>K</sub> Total</b>                                              | <b>Q<sub>K</sub> = <math>\Sigma U_K \cdot A_K \cdot (T^a \text{ int- } T^a \text{ ext})</math></b> |                                        | <b>3.332,825 W</b>                    |

| <b>Carga térmica por ventilación (Q<sub>V</sub>)</b> |  |  |  |
|------------------------------------------------------|--|--|--|
|                                                      |  |  |  |

|                                                                                                                                              |                       |                      |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| $V_{\text{Despacho 2}}$                                                                                                                      | 71,675 m <sup>3</sup> | $\rho_{\text{Aire}}$ | 1.28 Kg/ m <sup>3</sup> |
| $C_p \text{ Aire}$                                                                                                                           | 0.24 Kcal/Kg·°C       | $n_{\text{min}}$     | 0.5 h <sup>-1</sup>     |
| $T^{\text{a int- T}^{\text{a ext}}$                                                                                                          |                       |                      | 29 °C                   |
| $Q_V = V_{\text{Despacho 2}} \cdot n_{\text{min}} \cdot C_p \text{ Aire} \cdot \rho_{\text{Aire}} \cdot (T^{\text{a int- T}^{\text{a ext}})$ |                       |                      | <b>319,269 W</b>        |

| <b>Capacidad de Calentamiento (<math>Q_{RH}</math>)</b> |                      |          |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| $S_{\text{Despacho 2}}$                                 | 23,50 m <sup>2</sup> | $F_{RH}$ | 13 W/m <sup>2</sup> |
| $Q_{RH} = S_{\text{Despacho 2}} \cdot F_{RH}$           |                      |          | <b>305,5 W</b>      |

|                                                    |                    |
|----------------------------------------------------|--------------------|
| $Q_{\text{Total Despacho 2}} = Q_K + Q_V + Q_{RH}$ | <b>3.957,594 W</b> |
|----------------------------------------------------|--------------------|

**Tabla G.9 Cargas térmicas de la Sala de espera.**

|                                                            |
|------------------------------------------------------------|
| <b>Cálculo de las Cargas térmicas de la Sala de espera</b> |
|------------------------------------------------------------|

| <b>Carga térmica a través de paredes, techos suelos (<math>Q_K</math>)</b> |                             |                         |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Elemento                                                                   | $U_K$ (W/m <sup>2</sup> ·K) | $A_K$ (m <sup>2</sup> ) | $U_K \cdot A_K$ (W/K) |
| Muros de fachada                                                           | 0.613                       | 2,457                   | 1,506                 |

|                                                 |                                                                                          |                                     |                     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Tabiques                                        | 1,42                                                                                     | 49,122                              | 69,753              |
| Suelo                                           | 1,587                                                                                    | 17,98                               | 28,534              |
| Techo                                           | 0,621                                                                                    | 16,90                               | 10,495              |
| Puertas                                         | 0,828                                                                                    | 6,396                               | 5,296               |
| Ventanas                                        | 1,452                                                                                    | 3,094                               | 4,492               |
|                                                 |                                                                                          | $\Sigma U_K \cdot A_K$              | 120,076 W/K         |
| $T^a \text{ int} = 20.5 \text{ }^\circ\text{C}$ | $T^a \text{ ext} = -8.5 \text{ }^\circ\text{C}$                                          | $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$ | 29 $^\circ\text{C}$ |
| <b><math>Q_K \text{ Total}</math></b>           | <b><math>Q_K = \Sigma U_K \cdot A_K \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                                     | <b>3.482,204 W</b>  |

| Carga térmica por ventilación ( $Q_V$ )                                                                                                                            |                       |                      |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| $V_{\text{Sala de espera}}$                                                                                                                                        | 54,839 m <sup>3</sup> | $\rho_{\text{Aire}}$ | 1.28 Kg/ m <sup>3</sup> |
| $C_p \text{ Aire}$                                                                                                                                                 | 0.24 Kcal/Kg·°C       | $n_{\text{min}}$     | 0.5 h <sup>-1</sup>     |
| $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$                                                                                                                                |                       |                      | 29 $^\circ\text{C}$     |
| <b><math>Q_V = V_{\text{Sala de espera}} \cdot n_{\text{min}} \cdot C_p \text{ Aire} \cdot \rho_{\text{Aire}} \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                       |                      | <b>244,275 W</b>        |

| <b>Capacidad de Calentamiento (<math>Q_{RH}</math>)</b> |                      |          |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| $S_{Sala\ de\ espera}$                                  | 17,98 m <sup>2</sup> | $F_{RH}$ | 13 W/m <sup>2</sup> |
| $Q_{RH} = S_{Sala\ de\ espera} \cdot F_{RH}$            |                      |          | <b>233,74 W</b>     |

|                                                    |                    |
|----------------------------------------------------|--------------------|
| $Q_{Total\ Sala\ de\ espera} = Q_K + Q_V + Q_{RH}$ | <b>3.960,219 W</b> |
|----------------------------------------------------|--------------------|

**Tabla G.10 Cargas térmicas del Despacho 1.**

| <b>Cálculo de las Cargas térmicas del despacho 1</b> |
|------------------------------------------------------|
|------------------------------------------------------|

| <b>Carga térmica a través de paredes, techos suelos (<math>Q_K</math>)</b> |                             |                         |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Elemento                                                                   | $U_K$ (W/m <sup>2</sup> ·K) | $A_K$ (m <sup>2</sup> ) | $U_K \cdot A_K$ (W/K) |
| Muros de fachada                                                           | 0.613                       | 13,988                  | 8,575                 |
| Tabiques                                                                   | 1,42                        | 32,652                  | 46,366                |
| Suelo                                                                      | 1,587                       | 25,70                   | 40,786                |
| Techo                                                                      | 0,621                       | 24,26                   | 15,065                |
| Puertas                                                                    | 0,828                       | 1,599                   | 1,324                 |
| Ventanas                                                                   | 1,452                       | 6,494                   | 9,429                 |
|                                                                            |                             |                         |                       |

|                                                 |                                                                                          |                                     |                     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|                                                 |                                                                                          | $\Sigma U_K \cdot A_K$              | 121,545 W/K         |
| $T^a \text{ int} = 20.5 \text{ }^\circ\text{C}$ | $T^a \text{ ext} = -8.5 \text{ }^\circ\text{C}$                                          | $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$ | 29 $^\circ\text{C}$ |
| <b><math>Q_K \text{ Total}</math></b>           | <b><math>Q_K = \Sigma U_K \cdot A_K \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                                     | <b>3.524,805 W</b>  |

| <b>Carga térmica por ventilación (<math>Q_V</math>)</b>                                                                                                        |                       |                      |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| $V_{\text{Despacho 1}}$                                                                                                                                        | 78,385 m <sup>3</sup> | $\rho_{\text{Aire}}$ | 1.28 Kg/ m <sup>3</sup> |
| $C_p \text{ Aire}$                                                                                                                                             | 0.24 Kcal/Kg·°C       | $n_{\text{min}}$     | 0.5 h <sup>-1</sup>     |
| $T^a \text{ int} - T^a \text{ ext}$                                                                                                                            |                       |                      | 29 $^\circ\text{C}$     |
| <b><math>Q_V = V_{\text{Despacho 1}} \cdot n_{\text{min}} \cdot C_p \text{ Aire} \cdot \rho_{\text{Aire}} \cdot (T^a \text{ int} - T^a \text{ ext})</math></b> |                       |                      | <b>349,158 W</b>        |

| <b>Capacidad de Calentamiento (<math>Q_{RH}</math>)</b>         |                      |          |                     |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| $S_{\text{Despacho 1}}$                                         | 25,70 m <sup>2</sup> | $F_{RH}$ | 13 W/m <sup>2</sup> |
| <b><math>Q_{RH} = S_{\text{Despacho 1}} \cdot F_{RH}</math></b> |                      |          | <b>334,1 W</b>      |

|                                                                      |  |                    |
|----------------------------------------------------------------------|--|--------------------|
| <b><math>Q_{\text{Total Despacho 1}} = Q_K + Q_V + Q_{RH}</math></b> |  | <b>4.208,063 W</b> |
|----------------------------------------------------------------------|--|--------------------|

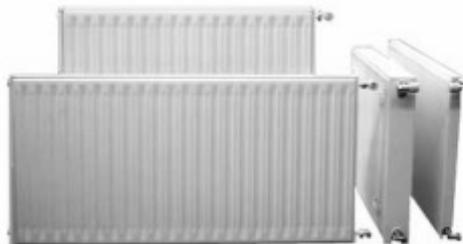
Una vez calculadas las cargas térmicas de todas las estancias a calefactar, se procede a calcular la pérdida de carga total del edificio de oficinas como la suma de la carga térmica total de cada estancia a calefactar, tal y como se puede ver en la tabla G.11

**Tabla G.11 Cargas térmicas totales del Edificio de oficinas.**

| <b>Estancias</b>                    | <b>Cargas térmicas</b> |
|-------------------------------------|------------------------|
| Recepción                           | 13.711,387 W           |
| Aseo                                | 4.981,761 W            |
| Vestuario                           | 4.981,761 W            |
| Archivo                             | 3.401,664 W            |
| Sala de juntas                      | 4.371,781 W            |
| Despacho 2                          | 3.957,594 W            |
| Sala de espera                      | 3.960,219 W            |
| Despacho 1                          | 4.208,063 W            |
| <b>Carga térmica total edificio</b> | <b>43.574,23 W</b>     |

### G.7 Elección de los emisores de calor.

Una vez conocidas las necesidades térmicas de cada estancia se va a seleccionar el tipo de emisores de calor. Se eligen unos radiadores de la marca Baxi que están fabricados a partir de plancha de acero y que tienen una gran capacidad de transmisión de calor. [11]



**Figura G.7: Emisor de calor BAXI Adra 22S**

Sus características principales son las siguientes: [11]

- **Adaptables:** Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación.
- **Instalaciones monotubo y bitubo:** Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones.
- **Todo incluido:** Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación.
- **Acabado anticorrosión:** Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxy-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.

| ADRA 22 400 S                          |                       |      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------------------------------|-----------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                        |                       | 400  | 500     | 600     | 700     | 800     | 900     | 1000    | 1100    | 1200    | 1300    | 1500    | 2100    |         |
| Presión máx. de trabajo                | bar                   | 10   | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      |         |
| Cotas Alto (A)                         | mm                    | 400  | 400     | 400     | 400     | 400     | 400     | 400     | 400     | 400     | 400     | 400     | 400     |         |
| Entrecentros (B)                       | mm                    | 348  | 348     | 348     | 348     | 348     | 348     | 348     | 348     | 348     | 348     | 348     | 348     |         |
| Longitud (C)                           | mm                    | 400  | 500     | 600     | 700     | 800     | 900     | 1000    | 1100    | 1200    | 1300    | 1500    | 2100    |         |
| Peso                                   | kg                    | 10,6 | 13,1    | 15,5    | 18,0    | 20,5    | 23,0    | 25,5    | 28,0    | 30,5    | 33,0    | 38,0    | 52,9    |         |
| Capacidad de agua                      | l                     | 1,9  | 2,4     | 2,9     | 3,4     | 3,8     | 4,3     | 4,8     | 5,3     | 5,8     | 6,2     | 7,2     | 10,1    |         |
| Potencia                               | $\Delta T = 50^\circ$ | W    | 470     | 588     | 706     | 823     | 941     | 1058    | 1176    | 1294    | 1411    | 1529    | 1764    | 2470    |
|                                        | $\Delta T = 40^\circ$ | W    | 351     | 439     | 528     | 615     | 703     | 791     | 879     | 967     | 1054    | 1143    | 1318    | 1846    |
| Exponente "n" curva característica (1) |                       |      | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  | 1,3057  |         |
| Referencia                             |                       |      | 7214442 | 7214443 | 7214444 | 7214445 | 7214446 | 7214447 | 7214448 | 7214449 | 7214450 | 7214451 | 7214452 | 7214453 |
| PvP                                    |                       |      | 59 €    | 75 €    | 89 €    | 104 €   | 119 €   | 133 €   | 148 €   | 163 €   | 177 €   | 192 €   | 223 €   | 311 €   |

**Figura G.8: Características principales de los radiadores elegidos. Fuente: Baxi.**

Una vez seleccionado el tipo de emisor que se va a utilizar, se elige el modelo y se dimensiona la cantidad de ellos que se van a poner en cada estancia en función de las necesidades térmicas de las mismas. Sabemos que el salto de  $T^a$  es de  $50^\circ\text{C}$  por lo tanto se escogerán aquellos cuya potencia corresponda a ese salto térmico.

**Tabla G.12 Cargas térmicas totales del Edificio de oficinas y potencia instalada con los radiadores.**

| <b>Estancias</b> | <b>Cargas térmicas</b> | <b>Modelo emisor seleccionado</b> | <b>Nº Emisores</b> | <b>Potencia Instalada</b> |
|------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Recepción        | 13.711,387 W           | <b>ADRA 22-2100 S</b><br>P=2470 W | 5                  | 13.879,00 W               |
|                  |                        | <b>ADRA 22-1300 S</b><br>P=1529 W | 1                  |                           |
| Aseo             | 4.981,761 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 3                  | 5.057,00 W                |
|                  |                        | <b>ADRA 22-400 S</b><br>P=470 W   | 1                  |                           |
| Vestuario        | 4.981,761 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 3                  | 5.057,00 W                |
|                  |                        | ADRA 22-400 S<br>P=470 W          | 1                  |                           |
| Archivo          | 3.401,664 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 2                  | 3.528,00 W                |
|                  |                        | ADRA 22-400 S<br>P=470 W          | 1                  |                           |
| Sala de juntas   | 4.371,781 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 3                  | 4.587,00 W                |
| Despacho 2       | 3.957,594 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 2                  | 3.998,00 W                |
|                  |                        | ADRA 22-400 S<br>P=470 W          | 2                  |                           |
| Sala de espera   | 3.960,219 W            | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W        | 2                  | 3.998,00 W                |
|                  |                        | ADRA 22-400 S                     | 2                  |                           |

|                                     |                    |                            |   |                    |
|-------------------------------------|--------------------|----------------------------|---|--------------------|
|                                     |                    | P=470 W                    |   |                    |
| Despacho 1                          | 4.208,063 W        | ADRA 22-1300 S<br>P=1529 W | 3 | 4.587,00 W         |
| <b>Carga térmica total edificio</b> | <b>43.574,23 W</b> | <b>Potencia instalada</b>  |   | <b>44.691,00 W</b> |

Como se puede observar, la potencia instalada es algo mayor que las necesidades térmicas, así podemos asegurarnos de que todas las estancias quedan correctamente calefactadas.

### G.8 Dimensionado y selección de equipos:

#### Dimensionado del volumen de acumulación

Considerando una T<sup>a</sup> de acumulación de 60°C el volumen de acumulación y el consumo diario a 60°C coinciden.

$$Vol_{ACUM} = Vol_{ACS} \cdot [(T_{ACS} - T_{RED}^a) / (T_{ACUM} - T_{RED}^a)] = 210L \cdot [(60°C - 10°C) / (60°C - 10°C)]$$

$$Vol_{ACUM} = 210 L$$

#### Dimensionado de la caldera:

Para calcular las necesidades totales se va a tener en cuenta solo la demanda de calefacción, ya que el ACS solo se va a utilizar en momentos puntuales y de forma más bien escasa. Por lo tanto la potencia de la caldera necesaria estará determinada por la potencia máxima necesaria para calefacción.

Necesidades totales = 43.574,23 W. Necesitamos una **caldera de 44 KW como mínimo.**

Sabiendo que la caldera tiene que tener una potencia mayor o igual a 44 KW y que el volumen de acumulación ha de ser de 210 L se consulta el mercado para ver tipos de calderas que se adapten a los parámetros calculados.

Con estas características técnicas y para que cubra las necesidades exigidas por el promotor se elige la siguiente caldera P4 de pellets de la marca Froling, debido a que Geinso siempre instala calderas de esta marca a su clientes. En la figura G.9 se puede observar el cuerpo de la caldera.



**Figura G.9: Caldera de pellets P4 de Froling. Fuente: Froling.**

La caldera posee las siguientes características: [12]

- Plug and play: Todos los componentes vienen pre cableados, una vez enchufada arranca.
- Fácil de limpiar: Posee una parrilla deslizante automática que posibilita un funcionamiento sencillo y sin mantenimiento. Las cenizas se recogen automáticamente en dos ceniceros que se pueden vaciar de forma sencilla y cómoda.
- Eficiencia energética: La P4 consume poca electricidad, lo que contribuye a mantener bajos los costes operativos.

Ventilador de tiro con control de velocidad: El ventilador de humos con control de velocidad instalado de serie proporciona la cantidad de aire exacta durante la combustión. En combinación con la sonda lambda de banda ancha garantiza condiciones de combustión ideales.

- Funcionamiento independiente del aire ambiente: Las pérdidas de calor son mínimas. La temperatura del aire de combustión inducido aumenta debido a un sistema de precalentamiento incorporado, lo que incrementa la eficiencia de la instalación.
- Seguridad integral: El autodiagnóstico antes del arranque de la instalación y el diagnóstico de errores automático complementan este exclusivo concepto de seguridad.

De todos los modelos se va a elegir la de 48 KW para que tenga potencia suficiente para abastecer a todas las estancias a calefactar, los datos técnicos de la caldera se pueden observar en la Figura G.10.

| Benennung                                       | UME                  | P4 Pellet                                                       |          |         |                            |
|-------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|---------|----------------------------|
|                                                 |                      | 32                                                              | 38       | 48      | 60                         |
| Potencia térmica nominal                        | kW                   | 32,0                                                            | 38,0     | 48,0    | 58,5                       |
| Rango de potencia térmica                       |                      | 8,9-32,0                                                        | 8,9-38,0 | 14,4-48 | 17,3-58,5                  |
| Conexión a la red                               |                      | 230 v / 50 Hz protegido por fusible 16A                         |          |         |                            |
| Potencia                                        | W                    | 110                                                             | 110      | 120     | 120                        |
| Peso de la caldera                              | kg                   | 530                                                             | 530      | 760     | 760                        |
| Contenido de la caldera (agua)                  | l                    | 125                                                             | 125      | 170     | 170                        |
| Pérdida de carga ( $\Delta T=20^{\circ}C$ )     | mbar                 | 1,5                                                             | 2,1      | 3,6     | 5,3                        |
| Temperatura mínima de retorno de la caldera     |                      | No aplicable debido a una elevación interna de retorno          |          |         |                            |
| Temperatura máxima ajustable de la caldera      | °C                   | 80                                                              | 80       | 80      | 80                         |
| Temperatura mínima ajustable de la caldera      |                      | 40                                                              | 40       | 40      | 40                         |
| Presión de servicio permitida                   | bar                  | 3                                                               | 3        | 3       | 3                          |
| Clase de caldera                                |                      | 3                                                               | 3        | 3       | 3                          |
| Combustible permitido                           |                      | Pellets madera $\varnothing$ 6mm según ÖNORM M 7135 / DIN 51731 |          |         |                            |
| <b>Datos del informe de pruebas</b>             |                      |                                                                 |          |         |                            |
| Centro de pruebas                               |                      | TÜV SÜD SZA                                                     |          |         | TÜV                        |
| Número del informe de pruebas                   |                      | K44302/6                                                        | K44302/4 | -       | 08-UWC/<br>Wels-EX-<br>337 |
| <b>Datos de comprobación a la carga nominal</b> |                      |                                                                 |          |         |                            |
| Monóxido de carbono (CO)                        | [mg/m <sup>3</sup> ] | 48                                                              | 70       | 39      | 7                          |
| Óxido de nitrógeno (NOx)                        | [mg/m <sup>3</sup> ] | 122                                                             | 119      | 117     | 114                        |
| Hidrocarburos org. (OGC)                        | [mg/m <sup>3</sup> ] | 1,0                                                             | 1,0      | 1,5     | < 2                        |
| Partículas                                      | [mg/m <sup>3</sup> ] | 15                                                              | 14       | 15      | 17                         |
| Rendimiento de la caldera                       | [%]                  | 93,5                                                            | 92,6     | 92,4    | 92,1                       |
| <b>Datos de comprobación a la carga parcial</b> |                      |                                                                 |          |         |                            |
| Monóxido de carbono (CO)                        | [mg/m <sup>3</sup> ] | 95                                                              | 95       | 56      | 15                         |
| Óxido de nitrógeno (NOx)                        | [mg/m <sup>3</sup> ] | 116                                                             | 116      | 107     | 97                         |
| Hidrocarburos org. (OGC)                        | [mg/m <sup>3</sup> ] | 2,0                                                             | 2,0      | 2,5     | < 3                        |
| Partículas                                      | [mg/m <sup>3</sup> ] | 17                                                              | 17       | 16      | 14                         |
| Rendimiento de la caldera                       | [%]                  | 95,7                                                            | 95,7     | 94,0    | 92,3                       |

Figura G.10: Datos técnicos de la caldera. Fuente: Froling.

En cuanto al aspecto interno de la caldera y los elementos que la componen los podemos observar en la Figura G.11.

1. Aislamiento multicapas para un aislamiento térmico máximo.
2. Sistema WOS (sistema de optimización del rendimiento) para conseguir rendimientos máximos y para la limpieza automática del intercambiador de calor.
3. Control Lambdatronic P 3200 con pantalla táctil e innovadora tecnología bus.
4. Ventilador de humos silencioso con control de velocidad y funcionamiento para máxima seguridad operacional.
5. Tolva para pellets de gran tamaño con alimentación automática de pellets y aislamiento acústico integrado.
6. Válvula de cierre del silo.
7. Puerta de limpieza aislada para máximo aislamiento térmico.
8. Amplios y cómodos cajones de cenizas..
9. Extracción automática de cenizas en dos ceniceros cerrados.
10. Parrilla deslizante automática para la extracción de cenizas y un funcionamiento sin mantenimiento.
11. Válvula de cierre del quemador certificada.
12. Encendido automático con soplador de aire caliente.
13. Estructura especial del ciclón con aislamiento acústico incorporado para un funcionamiento prácticamente sin ruido.

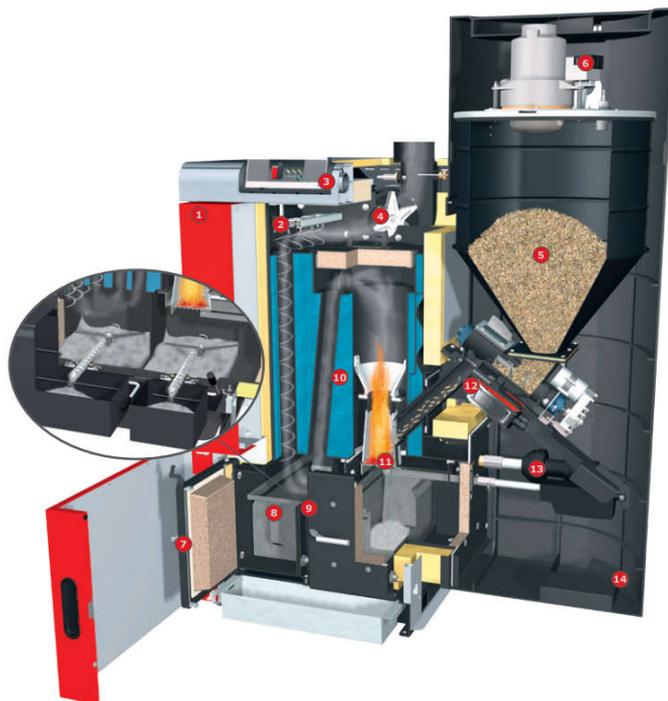
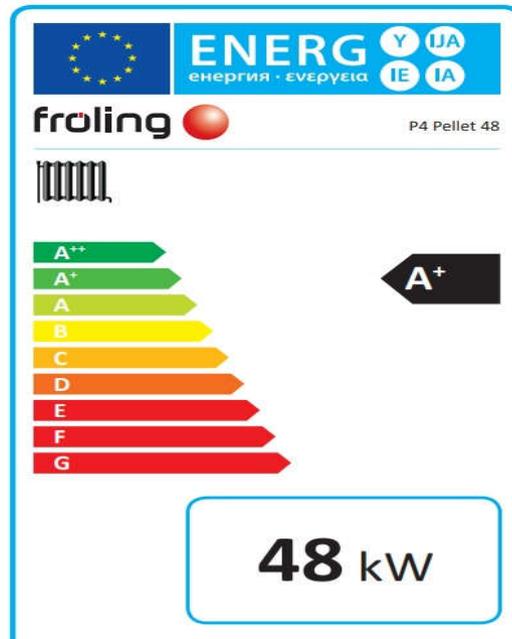


Figura G.11: Caldera de pellets P4. Fuente: Froling

Por último, cabe destacar la categoría energética de la caldera que va a ser de A+ según se puede observar en la figura G.12



**Figura G.12: Categoría energética de la caldera elegida. Fuente: Froling.**

#### Dimensionado del silo:

Para dimensionar el silo de almacenamiento hay que tener en cuenta varios aspectos: el tipo de combustible se va a utilizar (P.C.I. y densidad), el tipo de silo (inclinado, horizontal. Integrado...), la potencia de la caldera, el camión de transporte etc.

En este proyecto el silo colocará en la misma sala en la que se encontraba la caldera antigua de gasóleo al haber espacio suficiente para ello. El silo estará conectado a la tolva de la caldera por medio de una manguera de aspiración.

Se sabe que el combustible va a ser Pellet de Amatex que tiene una densidad de 700 Kg/m<sup>3</sup> y un PCI de 4840 Kcal/Kg. La caldera de biomasa que se va a colocar tiene una potencia de 48 KW. El tiempo de autonomía del silo serán 6 semanas.

La fórmula para calcular el volumen de un silo es la siguiente:

$$V_{\text{Silo}} = P_{\text{caldera}} \cdot (270000 / \text{PCI}_{\text{Pellet}} \cdot \rho_{\text{Pellet}});$$

$$P_{\text{caldera}} \cdot \{270000 / [(4840 \text{ Kcal/Kg} \cdot 4,184 \text{ KJ/Kcal}) \cdot 700 \text{ Kg/m}^3]\};$$

$48 \text{ kW} \cdot (270000/14175392 \text{ KJ/m}^3) = 0.914 \text{ m}^3$  cada semana.

$V_{\text{Silo}} = 0.914 \text{ m}^3 \cdot 6 \text{ semanas}; V_{\text{Silo}} = 5.48 \text{ m}^3$

De acuerdo con los cálculos se elige un silo de la marca Geoplast que tiene las siguientes características: [13]

- La velocidad de GEObox es la solución estándar que ahorra tiempo para salas de sótanos donde la conexión entre la caldera y GEObox Speed se realiza a través de varias unidades de extracción.
- Bastidor de acero galvanizado, regulable en altura.
- Cono de acero sin tornillos con sistema enchufable.
- Silo hecho de material plástico antiestático de alta resistencia.



**Figura G.13: Silo GEObox 21 Speed. Fuente: Geoplast.**

**TablaG.13: Datos técnicos GEObox 17 Speed. Fuente: Geoplast.**

| Artículo-Nr.       | Volume (m <sup>3</sup> ) | Quantitá (t) | Altezza (cm) | Dimensioni (cm) |
|--------------------|--------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| GEObox 12 Speed    | 1,7 - 2,6                | 1,1 - 1,7    | 180 - 250    | 120 x 120       |
| GEObox 17 Speed    | 3,1 - 5,3                | 2,1 - 3,5    | 180 - 250    | 170 x 170       |
| GEObox 21 Speed    | 4,5 - 7,7                | 2,8 - 5,0    | 180 - 250    | 210 x 210       |
| GEObox 25 Speed    | 6,4 - 11,0               | 4,2 - 7,0    | 180 - 250    | 250 x 250       |
| GEObox 29 Speed    | 9,6 - 14,1               | 6,0 - 9,2    | 190 - 250    | 290 x 290       |
| GEObox 17/29 Speed | 5,7 - 8,3                | 3,6 - 5,4    | 190 - 250    | 170 x 290       |
| GEObox 21/29 Speed | 6,6 - 10,2               | 3,8 - 6,6    | 190 - 250    | 210 x 290       |

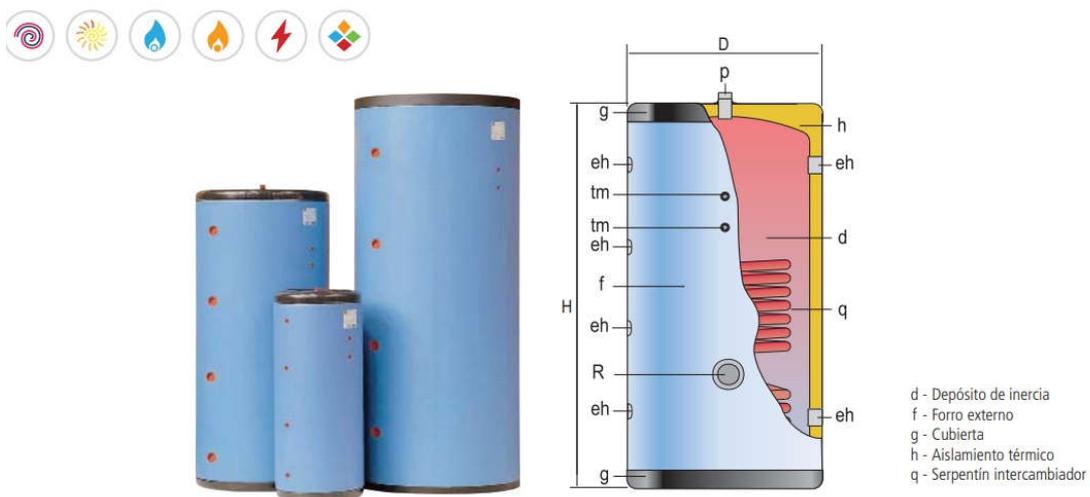
Dimensionado del intercambiador:

Se va a utilizar un depósito de inercia con intercambiador de calor en su interior.

Dimensionado del Depósito de inercia:

Se va a elegir un depósito de inercia con acumulador, este lleva un serpentín en su interior para realizar el intercambio de calor, sin necesidad de tener un intercambiador de calor externo.

El volumen del acumulador tiene que ser de 210L según se ha calculado anteriormente. Se va a elegir un depósito de inercia de la marca Lapesa cuyo diseño viene reflejado en la figura G.14



**Figura G.14. Depósito de inercia. Fuente: Lapesa.**

El modelo elegido será el G-260-IFS, cuyas características técnicas se pueden observar en la tabla G.14.

**Tabla G.14. Características técnicas Depósito de inercia. Fuente: Lapesa.**

| CARACTERÍSTICAS GENERALES         |         | G-260-IFS | G-370-IFS | G-600-IFS | G-800-IFS | G-1000-IFS | G-1500-IFS |
|-----------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Capacidad ACS                     | l.      | 260       | 370       | 600       | 800       | 1000       | 1500       |
| D: Diámetro exterior              | mm.     | 620       | 620       | 770       | 950       | 950        | 1160       |
| H: Altura total                   | mm.     | 1240      | 1725      | 1730      | 1840      | 2250       | 2320       |
| eh: conexión lateral              | " GAS/H | 1 1/2     | 1 1/2     | 1 1/2     | 1 1/2     | 1 1/2      | 1 1/2      |
| p: conexión superior              | " GAS   | 1M        | 1M        | 1M        | 1M        | 1M         | 1M         |
| tm: conexión sensores             | " GAS/H | 1/2       | 1/2       | 1/2       | 1/2       | 1/2        | 1/2        |
| R: conexión resistencia eléctrica | " GAS/H | 2         | 2         | 2         | 2         | 2          | 2          |
| Superficie serpentín              | m2      | 1,32      | 1,32      | 1,83      | 2,70      | 2,70       | 3,00       |
| Peso en vacío (aprox.)            | Kg      | 70        | 86        | 123       | 177       | 206        | 339        |

Dimensionado del circuito hidráulico de calefacción:

Para dimensionar el circuito hidráulico de calefacción primero se tendrá que calcular el caudal que pasa por cada elemento terminal (en este caso radiadores), luego se procederá dimensionado de tuberías, y por último se dimensionará la bomba.

Cálculo de caudales:

El caudal total que tiene que soportar la bomba será:

$$Q = \frac{Potencia}{\rho \cdot C \cdot (T_i - T_r)} \quad (1)$$

Potencia: Suma de la emisión calorífica de todos los radiadores que componen la instalación. Es la pérdida de energía que tienen que cubrir los radiadores de la instalación

T<sub>i</sub>: Temperatura de ida (°C)

T<sub>r</sub>: Temperatura de retorno (°C)

ρ: Densidad del agua: 1.000 kg/m<sup>3</sup>

C: Capacidad calorífica del agua por unidad de masa: 4.184 kJ/(K · kg)

$$Q = \frac{\text{Potencia}}{\rho \cdot C \cdot (T_i - T_r)}$$

$$Q = \frac{44691 \text{ J/s}}{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 4184 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{Kg}} \cdot (72 - 55) \text{K}}; Q = 6.28 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s};$$

$$Q_{\text{Total}} = 2.26 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tramos de la Instalación hidráulica:

En la siguiente tabla se va a dividir por tramos la instalación hidráulica, para calcular así el caudal que circula por cada tramo. Habrá una serie de tramos para la planta baja, y otros para la planta alta. La disposición de los radiadores se puede observar en los planos nº5 y nº6 del documento Planos. Hay que tener en cuenta que los ramales principales circularan por el suelo y que la distancia entre el suelo y la conexión de retorno va a ser igual a la de ida (0.15m).

La caldera va a estar situada en la sala de las calderas, como se observa en el plano nº5. La conexión de ida y de retorno de esta estará situada a 1.55m del suelo y a 1.5m de la planta alta, sabiendo que la altura de la sala de calderas es de 3.05m. Los metros totales de tubería serán 136.5 m y se utilizarán 9 codos y 2 Tés.

Caudal de los tramos de la Planta Baja:

A continuación, se va a calcular el caudal de ida y de retorno que circula por cada tramo de la planta baja. En la tabla G.15 se calcula el caudal aplicando la fórmula (1) descrita en el apartado anterior. Como se trata de un sistema de distribución con retorno directo, con el trazado paralelo de tuberías los caudales que circulan en tramos homólogos de ida y de retorno van a ser iguales.

**Tabla G.15 Caudal de los tramos de la planta baja.**

| Tramo | Potencia(W) | Caudal (m3/h) | Caudal (m3/s) | Caudal (L/h) |
|-------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| C-A   | 23993       | 1,214357215   | 0,000337321   | 1214,357215  |
| A-R1  | 5057        | 0,255949837   | 7,10972E-05   | 255,9498369  |
| R1-R2 | 3528        | 0,178562591   | 4,96007E-05   | 178,5625914  |
| R2-R3 | 3058        | 0,154774491   | 4,29929E-05   | 154,7744911  |
| R3-R4 | 1529        | 0,077387246   | 2,14965E-05   | 77,38724553  |
| A-B   | 18936       | 0,958407378   | 0,000266224   | 958,4073782  |
| B-R5  | 17407       | 0,881020133   | 0,000244728   | 881,0201327  |
| R5-R6 | 15878       | 0,803632887   | 0,000223231   | 803,6328872  |
| R6-R7 | 15408       | 0,779844787   | 0,000216624   | 779,8447869  |

|         |       |             |             |             |
|---------|-------|-------------|-------------|-------------|
| R7-R8   | 13879 | 0,702457541 | 0,000195127 | 702,4575413 |
| R8-R9   | 12350 | 0,625070296 | 0,000173631 | 625,0702958 |
| R9-R10  | 9880  | 0,500056237 | 0,000138905 | 500,0562366 |
| R10-R11 | 9880  | 0,500056237 | 0,000138905 | 500,0562366 |
| R11-R12 | 7410  | 0,375042177 | 0,000104178 | 375,0421775 |
| R12-R13 | 4940  | 0,250028118 | 6,94523E-05 | 250,0281183 |
| R13-R14 | 2470  | 0,125014059 | 3,47261E-05 | 125,0140592 |

Caudal de los tramos de la Planta Alta:

A continuación, se va a calcular el caudal de ida y de retorno que circula por cada tramo de la planta alta. En la tabla G.16 se calcula el caudal aplicando la fórmula (1) descrita en el apartado anterior. Como se trata de un sistema de distribución con retorno directo, con el trazado paralelo de tuberías los caudales que circulan en tramos homólogos de ida y de retorno van a ser iguales.

**Tabla G.16 Caudal de los tramos de la planta baja.**

| Tramo    | Potencia | Caudal (m3/h) | Caudal (m3/s) | Caudal (L/h) |
|----------|----------|---------------|---------------|--------------|
| C-D      | 20698    | 1,047587448   | 0,000290997   | 1047,58745   |
| D-R26    | 8115     | 0,410724328   | 0,00011409    | 410,724328   |
| R26-R27  | 6586     | 0,333337082   | 9,25936E-05   | 333,337082   |
| R27-R28  | 5057     | 0,255949837   | 7,10972E-05   | 255,949837   |
| R28-H    | 3528     | 0,178562591   | 4,96007E-05   | 178,562591   |
| H-R29    | 1999     | 0,101175346   | 2,81043E-05   | 101,175346   |
| R29-I    | 1999     | 0,101175346   | 2,81043E-05   | 101,175346   |
| I-R30    | 1999     | 0,101175346   | 2,81043E-05   | 101,175346   |
| 8R30-R31 | 1529     | 0,077387246   | 2,14965E-05   | 77,3872455   |
| D-R15    | 12853    | 0,650528624   | 0,000180702   | 650,528624   |
| R15-R16  | 11054    | 0,559475874   | 0,00015541    | 559,475874   |
| R16-R17  | 9525     | 0,482088629   | 0,000133914   | 482,088629   |
| R17-R18  | 7996     | 0,404701383   | 0,000112417   | 404,701383   |
| R18-E    | 6467     | 0,327314138   | 9,09206E-05   | 327,314138   |
| E-R19    | 6467     | 0,327314138   | 9,09206E-05   | 327,314138   |
| R19-R20  | 4938     | 0,249926892   | 6,94241E-05   | 249,926892   |
| R20-R21  | 4468     | 0,226138792   | 6,28163E-05   | 226,138792   |
| R21-F    | 3991     | 0,201996401   | 5,61101E-05   | 201,996401   |
| F-R22    | 3991     | 0,201996401   | 5,61101E-05   | 201,996401   |
| R22-R23  | 3528     | 0,178562591   | 4,96007E-05   | 178,562591   |
| R23-G    | 1999     | 0,101175346   | 2,81043E-05   | 101,175346   |
| G-R24    | 1999     | 0,101175346   | 2,81043E-05   | 101,175346   |
| R24-R25  | 470      | 0,0237881     | 6,60781E-06   | 23,7881003   |

Selección diámetro tubería:

Lo primero es saber qué tipo de tubería se va utilizar, se selecciona tubería de cobre. Para tuberías metálicas según el punto 4.2.1 del Documento Básico HS de salubridad del CTE se debe respetar que la velocidad del agua en tuberías de cobre se encuentre entre 0.25 y 2.00 m/s, para evitar ruidos y formación de sedimentos. [16]

Por otro lado, también se debe respetar que las pérdidas de carga por metro de tubería no superen los 40 mmca. [16]

Para el cálculo del diámetro de la tubería en función del caudal de cada tramo se utiliza la figura G.15.

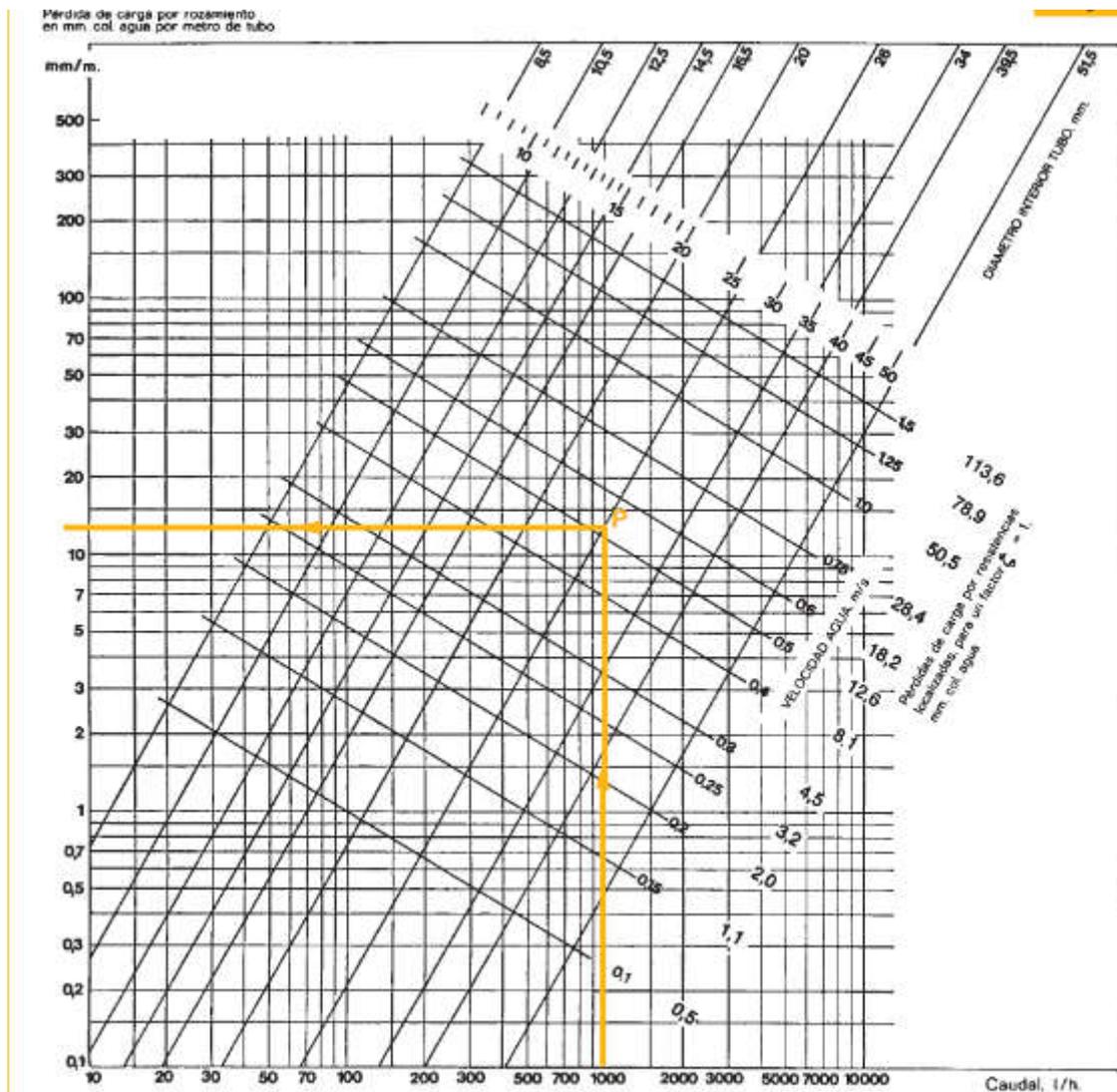


Figura G.15 Cálculo del diámetro de tuberías de cobre. Fuente: Elcobre.

**Tabla G.17 Diámetro de tuberías de la planta baja.**

| Tramo   | Caudal (L/h) | Diámetro(mm) |
|---------|--------------|--------------|
| C-A     | 1214,357215  | 26           |
| A-R1    | 255,9498369  | 16,5         |
| R1-R2   | 178,5625914  | 14,5         |
| R2-R3   | 154,7744911  | 12,5         |
| R3-R4   | 77,38724553  | 10,5         |
| A-B     | 958,4073782  | 26           |
| B-R5    | 881,0201327  | 26           |
| R5-R6   | 803,6328872  | 26           |
| R6-R7   | 779,8447869  | 26           |
| R7-R8   | 702,4575413  | 26           |
| R8-R9   | 625,0702958  | 26           |
| R9-R10  | 500,0562366  | 26           |
| R10-R11 | 500,0562366  | 26           |
| R11-R12 | 375,0421775  | 20           |
| R12-R13 | 250,0281183  | 16,5         |
| R13-R14 | 125,0140592  | 12,5         |

**Tabla G.18 Diámetro de tuberías de la planta alta.**

| Tramo   | Caudal (L/h) | Diámetro |
|---------|--------------|----------|
| C-D     | 1047,58745   | 26       |
| D-R26   | 410,724328   | 20       |
| R26-R27 | 333,337082   | 16,5     |
| R27-R28 | 255,949837   | 16,5     |
| R28-H   | 178,562591   | 14,5     |
| H-R29   | 101,175346   | 12,5     |
| R29-I   | 101,175346   | 12,5     |
| I-R30   | 101,175346   | 12,5     |
| R30-R31 | 77,3872455   | 10,5     |
| D-R15   | 650,528624   | 26       |
| R15-R16 | 559,475874   | 26       |
| R16-R17 | 482,088629   | 20       |
| R17-R18 | 404,701383   | 26       |
| R18-E   | 327,314138   | 16,5     |
| E-R19   | 327,314138   | 16,5     |
| R19-R20 | 249,926892   | 16,5     |
| R20-R21 | 226,138792   | 16,5     |
| R21-F   | 201,996401   | 14,5     |
| F-R22   | 201,996401   | 14,5     |
| R22-R23 | 178,562591   | 14,5     |
| R23-G   | 101,175346   | 12,5     |
| G-R24   | 101,175346   | 12,5     |
| R24-R25 | 23,7881003   | 8,5      |

### Cálculo de las pérdidas de carga:

El cálculo de las pérdidas de carga es un paso muy importante a la hora de dimensionar la instalación hidráulica, ya que es imprescindible su conocimiento para elegir de forma correcta la bomba del circuito.

Para el cálculo de las pérdidas de carga hay numerosas fórmulas, en este caso se va a utilizar la de Darcy-Weisbach:

$$H = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9.81} \quad (2)$$

Siendo:

H: Pérdida de carga en (m.c.a)

$\lambda$ : Coeficiente de fricción (adimensional)

L: Longitud del tramo de tubería (m)

D: Diámetro de la tubería (m)

v: Velocidad de fluido (m/s)

El coeficiente de fricción  $\lambda$  depende del número de Reynolds que se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad (3)$$

Siendo:

Re: Valor del número de Reynolds (Adimensional).

$\rho$ : Densidad del agua a 70 °C (977.8 Kg/m<sup>3</sup>) [15]

$\mu$ : Viscosidad dinámica del agua a 70 °C (0.000404 Ns/m<sup>2</sup>) [15]

v: Velocidad del fluido (m/s)

A su vez la v se calculará de la siguiente manera:

$$v = Q/S; \quad (4)$$

Siendo:

Q= Caudal de cada tramo (m<sup>3</sup>/s)

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (m^2)$$

Si el número de Reynolds es menor de 4000 estaremos en régimen estacionario y el coeficiente de fricción se calculará de la siguiente manera:

$$\lambda = 64/Re \quad (5)$$

Por otro lado, si el número de Reynolds es mayor de 4000 estaremos en régimen turbulento. En dicho régimen hay 3 ecuaciones en función de si es liso o rugoso.

Se va a utilizar una aproximación que es válida entre los valores de Reynolds 4000 y  $1 \cdot 10^8$  en tuberías hidráulicamente lisas.

La ecuación que vamos a utilizar es la ecuación de Filonenko [14]

$$\lambda = [1.82 \cdot \text{Log}(Re) - 1.64]^2 \quad (6)$$

Como se ha mencionado anteriormente, la distancia entre el suelo (por donde circula la tubería) y la ida y el retorno es la misma (0.15m), las longitudes tanto de ida como de retorno serán las mismas y por consiguiente las pérdidas de carga de ida y de retorno serán iguales.

Pérdidas de carga en la planta baja:

En la tabla G.19 se procede al cálculo de las pérdidas de carga de las tuberías de la planta baja, a través de la fórmula de Darcy-Weisbach (2).

**Tabla G.19 Pérdidas de carga de la planta baja.**

| Perdidas de carga Planta Baja |      |              |             |                                  |                                 |          |             |             |
|-------------------------------|------|--------------|-------------|----------------------------------|---------------------------------|----------|-------------|-------------|
| Tramo                         | L(m) | Diámetro (m) | V (m/s)     | $\rho$ Agua (Kg/m <sup>3</sup> ) | $\mu$ Agua (Ns/m <sup>2</sup> ) | Re       | $\lambda$   | H (mca)     |
| C-A                           | 5,5  | 0,026        | 0,635341727 | 977,8                            | 0,000404                        | 39980,61 | 0,022043351 | 0,095936244 |
| A-R1                          | 1,38 | 0,0165       | 0,332502249 | 977,8                            | 0,000404                        | 13278,44 | 0,029079915 | 0,013704981 |
| R1-R2                         | 2,76 | 0,0145       | 0,300373831 | 977,8                            | 0,000404                        | 10541,41 | 0,030977553 | 0,027115235 |
| R2-R3                         | 2,76 | 0,0125       | 0,350337782 | 977,8                            | 0,000404                        | 10599,02 | 0,030930633 | 0,042723107 |
| R3-R4                         | 2,76 | 0,0105       | 0,248255231 | 977,8                            | 0,000404                        | 6308,94  | 0,035925556 | 0,029663411 |
| A-B                           | 5,5  | 0,026        | 0,501430874 | 977,8                            | 0,000404                        | 31553,9  | 0,023320935 | 0,063220576 |
| B-R5                          | 1,38 | 0,026        | 0,460942502 | 977,8                            | 0,000404                        | 29006,06 | 0,02380226  | 0,013681019 |
| R5-R6                         | 2,76 | 0,026        | 0,42045413  | 977,8                            | 0,000404                        | 26458,22 | 0,024345084 | 0,023285483 |
| R6-R7                         | 2,76 | 0,026        | 0,408008391 | 977,8                            | 0,000404                        | 25675,04 | 0,024526524 | 0,022090773 |
| R7-R8                         | 2,76 | 0,026        | 0,36752002  | 977,8                            | 0,000404                        | 23127,2  | 0,02517365  | 0,018396912 |
| R8-R9                         | 4,13 | 0,026        | 0,327031648 | 977,8                            | 0,000404                        | 20579,36 | 0,02592713  | 0,02244976  |
| R9-R10                        | 5,5  | 0,026        | 0,261625318 | 977,8                            | 0,000404                        | 16463,49 | 0,027464985 | 0,020268856 |

|             |     |        |             |       |          |          |                  |             |
|-------------|-----|--------|-------------|-------|----------|----------|------------------|-------------|
| R10-<br>R11 | 5,5 | 0,026  | 0,261625318 | 977,8 | 0,000404 | 16463,49 | 0,027464985      | 0,020268856 |
| R11-<br>R12 | 5,5 | 0,02   | 0,331610091 | 977,8 | 0,000404 | 16051,9  | 0,027648067      | 0,04261416  |
| R12-<br>R13 | 5,5 | 0,0165 | 0,324809394 | 977,8 | 0,000404 | 12971,23 | 0,029264289      | 0,05245355  |
| R13-<br>R14 | 5,5 | 0,0125 | 0,282973944 | 977,8 | 0,000404 | 8561,012 | 0,032852106      | 0,058994264 |
|             |     |        |             |       |          |          | ∑ H (mca)<br>ida | 0,566867187 |
|             |     |        |             |       |          |          | ∑ H (mca)<br>ret | 0,566867187 |
|             |     |        |             |       |          |          | ∑ H (mca)<br>Tot | 1,133734375 |

Pérdidas de carga en la planta alta:

En la siguiente tabla se procede al cálculo de las pérdidas de carga de las tuberías de la planta alta, a través de la fórmula de Darcy-Weisbach (2).

**Tabla G.20 Pérdidas de carga de la planta alta.**

| Perdidas de carga Planta Alta |      |              |            |                |                |            |             |            |
|-------------------------------|------|--------------|------------|----------------|----------------|------------|-------------|------------|
| Tramo                         | L(m) | Diametro (m) | V (m/s)    | ρ Agua (Kg/m3) | μ Agua (Ns/m2) | Re         | λ           | H (mca)    |
| C-D                           | 1,5  | 0,026        | 0,54808915 | 977,8          | 0,000404       | 34490,0023 | 0,022827981 | 0,02016456 |
| D-R26                         | 14   | 0,02         | 0,36316004 | 977,8          | 0,000404       | 17579,1033 | 0,026999221 | 0,12704172 |
| R26-<br>R27                   | 4,25 | 0,0165       | 0,43303536 | 977,8          | 0,000404       | 17293,2242 | 0,027114577 | 0,06675066 |
| R27-<br>R28                   | 2,5  | 0,0165       | 0,33250225 | 977,8          | 0,000404       | 13278,4444 | 0,029079915 | 0,02482786 |
| R28-H                         | 1,25 | 0,0145       | 0,30037383 | 977,8          | 0,000404       | 10541,4114 | 0,030977553 | 0,01228045 |
| H-R29                         | 2,5  | 0,0125       | 0,22901414 | 977,8          | 0,000404       | 6928,5279  | 0,034937986 | 0,01867899 |
| R29-I                         | 2,5  | 0,0125       | 0,22901414 | 977,8          | 0,000404       | 6928,5279  | 0,034937986 | 0,01867899 |
| I-R30                         | 6    | 0,0125       | 0,22901414 | 977,8          | 0,000404       | 6928,5279  | 0,034937986 | 0,04482958 |
| R30-<br>R31                   | 3    | 0,0105       | 0,24825523 | 977,8          | 0,000404       | 6308,93969 | 0,035925556 | 0,03224284 |
| D-R15                         | 1,25 | 0,026        | 0,34035124 | 977,8          | 0,000404       | 21417,5283 | 0,02566566  | 0,00728526 |
| R15-<br>R16                   | 2,5  | 0,026        | 0,29271319 | 977,8          | 0,000404       | 18419,7742 | 0,026674567 | 0,01120081 |
| R16-<br>R17                   | 3,7  | 0,02         | 0,42625994 | 977,8          | 0,000404       | 20633,5131 | 0,025909794 | 0,04439006 |
| R17-<br>R18                   | 2,5  | 0,026        | 0,21173644 | 977,8          | 0,000404       | 13324,0921 | 0,029053031 | 0,00638337 |
| R18-E                         | 1,25 | 0,0165       | 0,425211   | 977,8          | 0,000404       | 16980,7593 | 0,027243734 | 0,01901966 |
| E-R19                         | 3,5  | 0,0165       | 0,425211   | 977,8          | 0,000404       | 16980,7593 | 0,027243734 | 0,05325504 |
| R19-<br>R20                   | 4,5  | 0,0165       | 0,32467789 | 977,8          | 0,000404       | 12965,9795 | 0,029267494 | 0,04288649 |

|             |      |        |            |       |          |            |                       |            |
|-------------|------|--------|------------|-------|----------|------------|-----------------------|------------|
| R20-<br>R21 | 1    | 0,0165 | 0,29377497 | 977,8 | 0,000404 | 11731,8745 | 0,030075528           | 0,00801789 |
| R21-F       | 1    | 0,0145 | 0,33979364 | 977,8 | 0,000404 | 11924,8223 | 0,029941475           | 0,01215169 |
| F-R22       | 1,75 | 0,0145 | 0,33979364 | 977,8 | 0,000404 | 11924,8223 | 0,029941475           | 0,02126546 |
| R22-<br>R23 | 3,5  | 0,0145 | 0,30037383 | 977,8 | 0,000404 | 10541,4114 | 0,030977553           | 0,03438526 |
| R23-G       | 1,75 | 0,0125 | 0,22901414 | 977,8 | 0,000404 | 6928,5279  | 0,034937986           | 0,01307529 |
| G-R24       | 6    | 0,0125 | 0,22901414 | 977,8 | 0,000404 | 6928,5279  | 0,034937986           | 0,04482958 |
| R24-<br>R25 | 3    | 0,0085 | 0,11644733 | 977,8 | 0,000404 | 2395,61554 | 0,049152214           | 0,01198962 |
|             |      |        |            |       |          |            | $\sum H$ (mca)<br>ida | 0,69563115 |
|             |      |        |            |       |          |            | $\sum H$ (mca)<br>ret | 0,69563115 |
|             |      |        |            |       |          |            | $\sum H$ (mca)<br>Tot | 1,39126229 |

Por lo tanto las pérdidas de carga totales en la instalación serán las correspondientes a la suma de las pérdidas de la planta baja y alta.

**$H_{\text{Total}}$ : 2.52 mca**

Selección de la bomba de circulación:

Una vez conocidas las pérdidas de carga totales y el caudal total se procede a seleccionar la bomba de circulación del circuito.

Sabemos que el  $Q_{\text{Total}} = 2.26 \text{ m}^3/\text{h}$  y  $H_{\text{Total}} = 2.52 \text{ mca}$ . La bomba que se va a seleccionar es la siguiente:

Una bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130, que es una bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la potencia integrada.



**Figura G.15: Bomba del circuito hidráulico de calefacción. Fuente: Wilo.**

Características de la bomba:

- Comodidad de manejo máxima gracias a la pantalla LED y a la tecnología de botón verde que incluye un botón para el modo de regulación y otro para las curvas características preajustadas.
- Construcción compacta.
- Instalación sencilla y conexiones eléctricas adaptables.
- Máxima seguridad de funcionamiento y manejo.

Datos técnicos y curva característica de la bomba:

En la figura G.16 se muestran los datos técnicos del modelo de bomba seleccionada.

| Denominación del producto | Alimentación eléctrica | Índice de eficiencia energética (IEE) | Caudal máximo | Altura máxima de impulsión | Presión máxima de trabajo | Conexión de tubería | Longitud entre roscas | Peso bruto aproximado | Descripción |
|---------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| Varios PICO 15/1-7        | 1-230 V, 50/60 Hz      | 0,20                                  | 3,7 m³/h      | 7,00 m                     | 10 bar                    | G 1                 | 130 mm                | 1,8 kg                | 4215540     |
| Varios PICO 25/1-7-130    | 1-230 V, 50/60 Hz      | 0,20                                  | 3,7 m³/h      | 7,00 m                     | 10 bar                    | G 1½                | 130 mm                | 1,9 kg                | 4215541     |
| Varios PICO 25/1-7        | 1-230 V, 50/60 Hz      | 0,20                                  | 3,7 m³/h      | 7,00 m                     | 10 bar                    | G 1½                | 180 mm                | 2,1 kg                | 4215542     |

**Figura G.16: Datos técnicos de la bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130. Fuente: Wilo**

En las figuras G.17 y G.18 se muestra la curva característica de la bomba elegida y su rango óptimo de operación respectivamente.

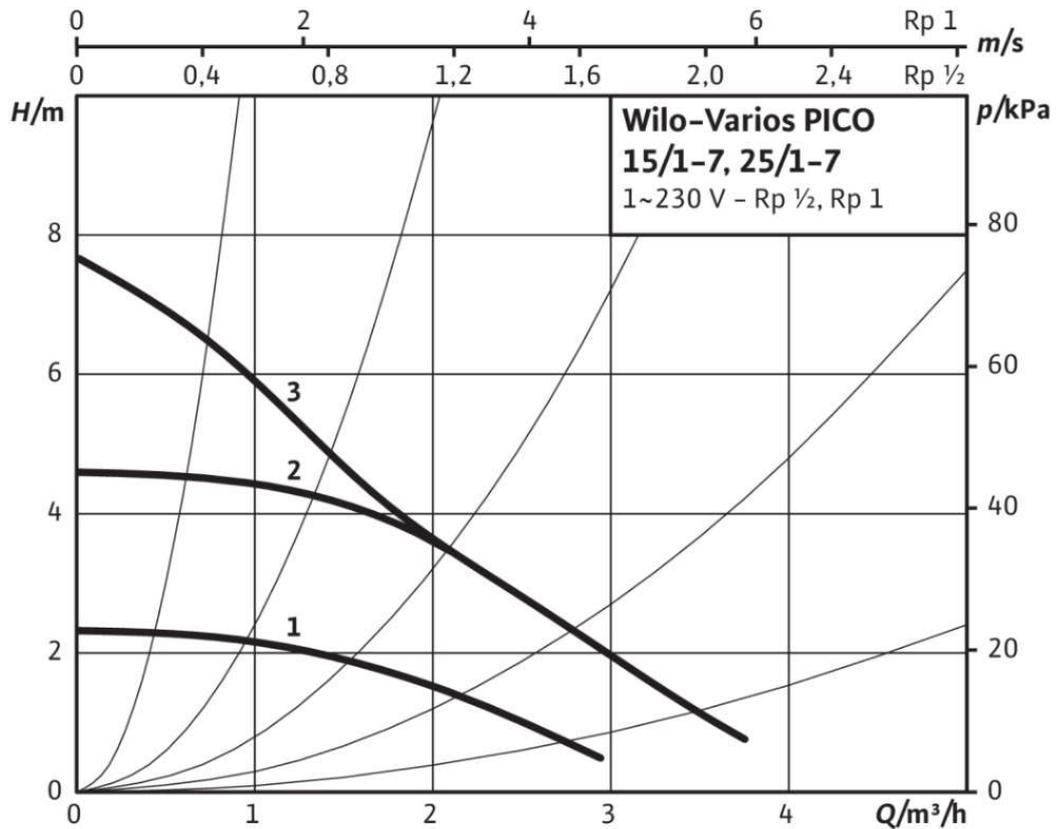


Figura G.17: Curva característica de la bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130. Fuente: Wilo.

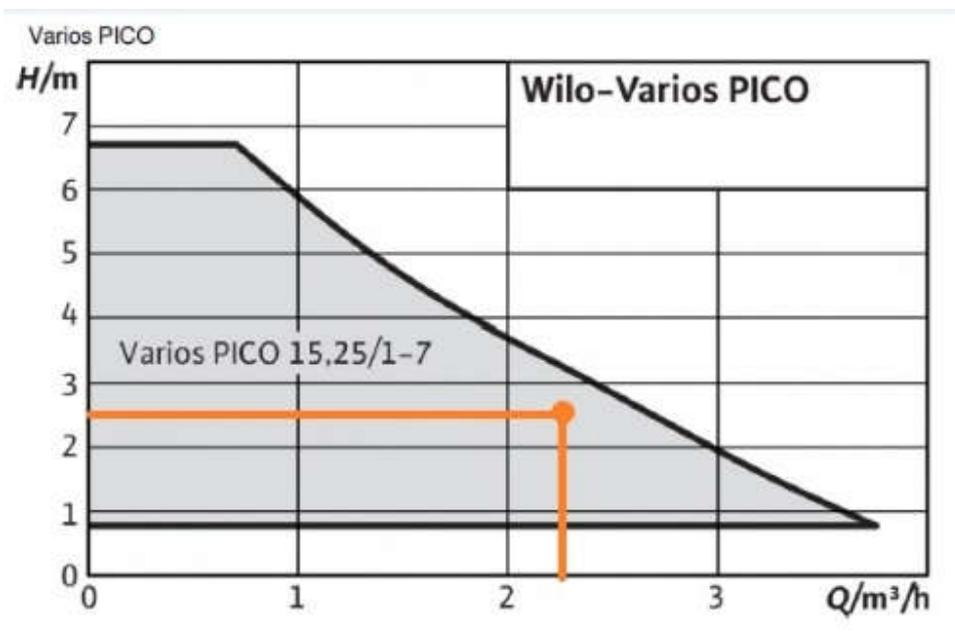


Figura G.18: Rango de operación de la bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130. Fuente: Wilo.

Como observamos en las figuras G.17 y G.18 con un  $Q_{Total} = 2.26 \text{ m}^3/\text{h}$  y  $H_{Total} = 2.52 \text{ mca}$ , entramos perfectamente en el rango de operación de la bomba.

## **ANEXO H Ejecución, puesta en marcha y mantenimiento de la instalación.**

### **H.1 Introducción:**

Una vez se ha terminado el diseño y dimensionamiento de la instalación se deben organizar las distintas fases de ejecución, puesta en marcha y mantenimiento para asegurar un correcto funcionamiento de la instalación. [9]

### **H.2 Ejecución de la instalación:**

#### **Realizar un análisis inicial:**

Se debe estudiar toda la documentación cercana al proyecto, que tipo de biomasa se va a utilizar, cuales son los equipos a instalar, materiales, esquemas de principio etc.

Elaborar una planificación para la ejecución del proyecto, coordinar los diferentes trabajos, organizar las fechas de recepción de materiales...

#### **Replanteo de la instalación:**

Esta es una fase muy importante a la hora de coordinar todos los trabajos y para que desde un principio las cosas se hagan de forma correcta. Tiene varias fases: [9]

- Asignación de una zona de trabajo, donde se pueda guardar toda la documentación acerca de la instalación.
- Habilitar una zona en la cual se almacenará el material tanto propio como externo.
- Ubicación definitiva de todos los equipos que forman parte de la sala de máquinas y croquis del sistema hidráulico.
- Esquema del cableado a instalar en los equipos.
- Observar los distintos aspectos y modificaciones que puedan suponer una solución más eficiente a la propuesta inicialmente.

#### **Coordinación de los trabajos:**

En esta fase se llevarán a cabo las siguientes acciones de carácter administrativo: [9]

- Tramitación de licencias y permisos pertinentes, como la licencia de obra.
- Control de recursos humanos, materiales, tiempos de las distintas fases planificadas de todos los medios humanos implicados en el proyecto.
- Coordinación de las actividades cumpliendo la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/1995), para evitar que exista algún accidente durante la ejecución de la obra. Para ello se solicitará a las empresas que formen parte del proyecto la siguiente documentación:
  - Evaluación de riesgos laborales de la actividad a desarrollar y planificación de la actividad preventiva.
  - Aptitud médica laboral de los trabajadores.
  - Acreditación médica laboral de los trabajadores en PRL.
  - Justificación de la entrega de EPIS a los trabajadores.
  - Plan de Seguridad y Salud.

#### Montaje:

En la instalación del proyecto se deberán llevar a cabo las siguientes tareas: [9]

- Ubicación de los distintos equipos, dejando las distancias pertinentes, según se haya definido en el proyecto. Es importante prever las herramientas y maquinaria necesaria para ello.
- Anclaje de los distintos equipos, mediante diversos tipos de sujeciones posibles en función de las características de los elementos disponibles.
- Correcto trazado de tuberías: Diseño del recorrido, corte de tuberías de distintos materiales, unión entre tuberías mediante soldadura, ubicación de las llaves de corte necesarias y demás válvulas.

- Conexión de los distintos equipos y accesorios garantizando siempre uniones estancas mediante juntas en función de cómo sea el tipo de unión (roscada, a compresión etc).

### **H.3 Puesta en marcha de la instalación:**

El proceso de puesta en marcha engloba varias fases que se detallarán a continuación. Según el tamaño y la complejidad de la instalación, el proceso de puesta en marcha puede durar varias semanas.

#### **Planificación del suministro de biomasa:**

El primer paso de la puesta en marcha es planificar el suministro de biomasa con la empresa proveedora, en función de las características del silo y la demanda energética que han sido previamente calculadas. Se recomienda planificar con tiempos los pedidos de biomasa para evitar problemas de abastecimiento.

El silo tendrá que ser cargado de tal forma que sea capaz de suplir las necesidades de ACS y calefacción a plena carga durante dos semanas. Hay que revisar de forma semanal cómo va el volumen de biomasa para en el caso que sea necesario avisar al proveedor de esta.

#### **Comprobación de los equipos:**

Hay que comparar los parámetros técnicos nominales de los distintos equipos (caldera, bomba, intercambiador...) con los parámetros reales de funcionamiento y anotar las variaciones.

#### **Pruebas de estanqueidad de redes de tuberías:**

Este es un paso muy importante para que la instalación funcione de manera correcta. Será necesario probar el circuito de tuberías por medio de un fluido a presión con el fin de asegurar que toda la red de tuberías es estanca y no tiene pérdidas. [18]

Para ello se realizan las siguientes etapas:

- Preparación y limpieza de redes de tuberías: Antes de realizar la prueba es necesario limpiar de forma minuciosa el circuito de tuberías para evitar que se queden en su interior elementos extraños.
- Prueba preliminar de estanqueidad: Se procede al llenado de la instalación de tuberías con un fluido (generalmente es agua) hasta que se alcance la presión estática necesaria del circuito (presión mínima a la que debe someterse el circuito para funcionar adecuadamente). El tiempo de la prueba será el necesario para comprobar que todas las tuberías son estancas.
- Prueba de resistencia mecánica: Una vez hecha la prueba preliminar de estanqueidad se prueba la resistencia mecánica de las uniones de tuberías y de los equipos aplicando una presión determinada en función de la aplicación del circuito.
- Reparación de fugas: Si tras realizar los pasos anteriores detectamos alguna fuga en algún tramo de tubería se deberá reparar de forma inmediata (reapriete, sustitución de juntas, sustitución de un elemento por otro...)

#### Pruebas de libre dilatación:

Tras superar la prueba de estanqueidad de redes de tuberías, y ver que todos los elementos de esta son estancos se procede a calentar la instalación hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad (anulando previamente los elementos de regulación automática).

[18]

Tras esto se deja enfriar la instalación y se observa que no se han producido dilataciones apreciables a simple vista en ninguno de los tramos de la instalación. Si esto ocurre podemos asegurar el correcto funcionamiento del vaso de expansión.

#### Pruebas de estanqueidad de chimeneas:

Se debe asegurar la estanqueidad de los conductos de evacuación de los humos de la caldera. [18]

### Ajuste y equilibrado:

Tras la puesta en marcha se debe ajustar y equilibrar los diferentes parámetros de los equipos que forman parte de la instalación:

- Conocer el caudal nominal y la presión de cada circuito hidráulico.
- Conocer la curva característica de la bomba y proceder al ajuste del caudal de diseño de esta.
- Ajuste de los generadores de calor, caudales y temperaturas de diseño.
- Equilibrar los ramales en caso de que existan.
- Ajustar las unidades terminales a su caudal de diseño mediante válvulas reguladoras, detentores etc.

### Funcionamiento y control:

Una vez puesta en marcha la instalación la empresa instaladora deberá documentar el funcionamiento de la misma atendiendo a los siguientes criterios: [9]

- La eficiencia energética de los equipos de generación de calor en condiciones normales de operación se tendrá que ajustar en función del etiquetado energético del equipo en cuestión.
- Comprobar el funcionamiento de los equipos en los que haya transferencia de calor (intercambiadores de calor).
- Verificar que el aporte energético por medio de biomasa (en nuestro caso en forma de pellet) es el esperado y que se producen los ahorros y consumos energéticos previstos.
- Comprobar que las temperaturas son las correctas en todos los tramos de la instalación y que las pérdidas térmicas que se produzcan son las esperadas.

- Comprobar el funcionamiento de los sistemas de regulación y control de la instalación.

#### **H.4 Mantenimiento de la Instalación:**

Un correcto mantenimiento es esencial para asegurar una larga vida útil de la instalación y un correcto funcionamiento de todos sus elementos durante su tiempo de operación.

Por el contrario, un mantenimiento deficiente hará que la vida útil de la instalación se reduzca de manera drástica y sea mucho menos eficiente.

En una instalación de biomasa térmica los elementos más importantes a tener en buen estado son los siguientes:

- El sistema de alimentación a la caldera (en nuestro caso el tornillo sin fin). Es necesario que la conducción del pellet sea homogénea para evitar posibles atascos durante la alimentación de la caldera.
- La cámara de combustión y los intercambiadores de calor. Es necesario que se encuentren limpios para evitar que se depositen elementos sólidos que reduzcan el rendimiento de la instalación.

Hay dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo: Consiste en la revisión periódica de la instalación para mantenerla en óptimas condiciones de funcionamiento, prestaciones y aumentar la vida útil de los equipos. [9]
- Mantenimiento correctivo: Es el conjunto de acciones destinadas a subsanar anomalías ocurridas en la instalación, generadas interrupciones del servicio, un mayor coste de las reparaciones, y reduciendo la durabilidad de los equipos. [9]

Es primordial llevar a cabo un buen mantenimiento preventivo para minimizar en la medida de lo posible el mantenimiento correctivo.

### Limpieza y gestión de las cenizas:

Las instalaciones de biomasa térmica poseen una particularidad con respecto a las instalaciones de gas o gasóleo. Las de biomasa térmica necesitan la presencia de un dispositivo que permita extraer las cenizas que se producen durante la combustión de la biomasa.

Las cenizas de madera no son peligrosas, se les puede dar uso como fertilizantes, y en el caso de que no proceda su eliminación se gestionara de una manera eficiente. [18]

### Prevención de la Legionelosis:

La legionella es una bacteria que se halla en medios acuáticos y que puede introducirse en mayores o menores concentraciones en sistemas de abastecimiento de agua. La legionelosis es una enfermedad producida por la inhalación de la bacteria en el aparato respiratorio, si se encuentra dispersa en el aire. Se puede presentar en dos formas: [18]

- Infección pulmonar: Neumonía con fiebre.
- Forma no neumónica, con fiebre y pronóstico leve.

Los sistemas de ACS pueden presentar problemas con respecto a la proliferación de la Legionella. Para redes de agua fría no existe problema alguno, sin embargo, para ciertas condiciones de higiene y de temperatura sí que puede haber riesgo de alcanzar concentraciones peligrosas de legionella:

- Temperatura inferior a 20°C: La bacteria está inactiva.
- Temperatura entre 20°C y 45°C: La bacteria se encuentra en condiciones adecuadas para su proliferación, alcanzado su desarrollo óptimo a los 37°C. La temperatura de uso del ACS se encuentra cercana a ese valor por lo que hay que tener cuidado.
- Temperatura superior a 50°C: La bacteria muere al cabo de cierto tiempo.

## H.5 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt consiste en una representación gráfica y simultánea tanto de planificación como de programación concreta del proyecto. Mediante su uso se puede representar y monitorizar el desarrollo de las distintas actividades de un proyecto durante un periodo de tiempo.

Básicamente se compone de un eje vertical principal donde se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas. En la tabla H.1 se puede ver el diagrama de Gantt de los trabajos a realizar en el presente proyecto.

**Tabla H.1 Diagrama de Gantt de los trabajos a realizar en el presente proyecto.**

| ORDEN | Actividad a realizar                                                                | Inicio | Fin    | DÍA 1 | DÍA 2 | DÍA 3 | DÍA 4 | DÍA 5 | DÍA 6 | DÍA 7 | DÍA 8 | DÍA 9 | DÍA 10 | DÍA 11 | DÍA 12 |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1     | Desmontaje de la caldera, radiadores, red de tuberías y demás equipos a sustituir   | Día 1  | Día 3  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 2     | Replanteo de la ubicación de todos los equipos y accesorios de la nueva instalación | Día 4  | Día 4  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 3     | Descarga y montaje previo todos los equipos y accesorios                            | Día 5  | Día 6  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 4     | Instalación de la red de tuberías de distribución                                   | Día 7  | Día 9  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 5     | Conexionado de todos los equipos y accesorios que forman parte de la instalación    | Día 10 | Día 11 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 6     | Pruebas de resistencia y estanqueidad                                               | Día 12 | Día 12 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 7     | Puesta en marcha de la instalación                                                  | Día 12 | Día 12 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |

## ANEXO I Calificación energética

### I.1 Calificación energética de la caldera actual de gasóleo:

#### CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

##### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

|                                                   |                                                     |                    |                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Nombre del edificio                               | GENERAL DE INSTALACIONES SORIANAS (GEINSO S.L.)     |                    |                 |
| Dirección                                         | Polígono Industrial las Casas, Calle I, Parcela 287 |                    |                 |
| Municipio                                         | Soria                                               | Código Postal      | 42005           |
| Provincia                                         | Soria                                               | Comunidad Autónoma | Castilla y León |
| Zona climática                                    | E1                                                  | Año construcción   | 1999            |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | C.T.E.                                              |                    |                 |
| Referencia/s catastral/es                         | 11                                                  |                    |                 |

##### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Edificio de nueva construcción                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input checked="" type="radio"/> Edificio Existente                                                                                                                                  |
| <input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloque                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> | <input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> |

##### DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

|                                                                          |                                          |                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Nombre y Apellidos                                                       | Juan Santiago Berna Vilches              | NIF(NIE)           | 72896306Z       |
| Razón social                                                             | 11                                       | NIF                | 11              |
| Domicilio                                                                | C/Florentino Zamora Lucas, nº9, 2ªA      |                    |                 |
| Municipio                                                                | Soria                                    | Código Postal      | 42004           |
| Provincia                                                                | Soria                                    | Comunidad Autónoma | Castilla y León |
| e-mail:                                                                  | juansan6bv@gmail.com                     | Teléfono           | 659359013       |
| Titulación habilitante según normativa vigente                           | Grado en Ingeniería Agraria y Energética |                    |                 |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | CEXv2.3                                  |                    |                 |

##### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 24/01/2019

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha  
Ref. Catastral

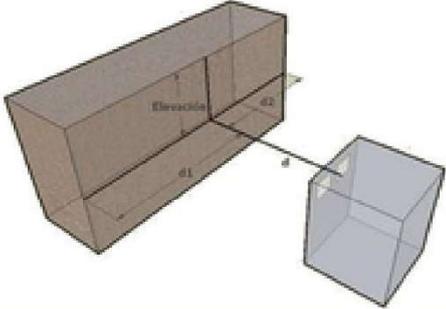
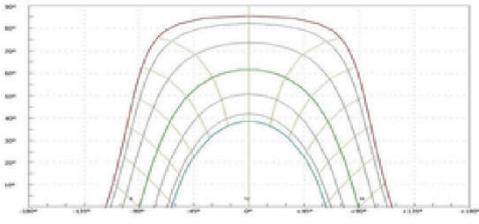
12/06/2019  
11

Página 1 de 6

## ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>                                       | 121.0                                                                              |
| <b>Imagen del edificio</b>                                                        | <b>Plano de situación</b>                                                          |
|  |  |

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

| Nombre            | Tipo               | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K] | Modo de obtención |
|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Muro de fachada N | Fachada            | 2.29                         | 0.56                                | Conocidas         |
| Muro de fachada W | Fachada            | 29.04                        | 0.56                                | Conocidas         |
| Muro de fachada S | Fachada            | 21.62                        | 0.56                                | Conocidas         |
| Muro de fachada E | Fachada            | 16.66                        | 0.56                                | Conocidas         |
| Suelo             | Suelo              | 119.17                       | 2.33                                | Conocidas         |
| Tabiques          | Partición Interior | 66.75                        | 0.73                                | Estimadas         |
| Puertas           | Partición Interior | 9.1                          | 1.18                                | Estimadas         |
| Techo             | Suelo              | 105.0                        | 0.55                                | Conocidas         |

#### Huecos y lucernarios

| Nombre              | Tipo  | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K] | Factor solar | Modo de obtención. Transmitancia | Modo de obtención. Factor solar |
|---------------------|-------|------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Ventanas fachada N  | Hueco | 10.05                        | 1.98                                | 0.38         | Conocido                         | Conocido                        |
| Ventanas fachadas S | Hueco | 3.71                         | 1.98                                | 0.38         | Conocido                         | Conocido                        |
| Ventanas fachadas E | Hueco | 6.19                         | 1.98                                | 0.38         | Conocido                         | Conocido                        |

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

| Nombre            | Tipo               | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción y ACS | Caldera Estándar   | 58.1                  | 66.0                       | Gasóleo-C       | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>    | <b>Calefacción</b> |                       |                            |                 |                   |

#### Generadores de refrigeración

| Nombre         | Tipo                 | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|----------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
|                |                      |                       |                            |                 |                   |
| <b>TOTALES</b> | <b>Refrigeración</b> |                       |                            |                 |                   |

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| <b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b> | 7.0 |
|-------------------------------------------------|-----|

| Nombre            | Tipo             | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción y ACS | Caldera Estándar | 58.1                  | 66.0                       | Gasóleo-C       | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>    | <b>ACS</b>       |                       |                            |                 |                   |

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio         | Potencia instalada [W/m <sup>2</sup> ] | VEEI [W/m <sup>2</sup> ·100lux] | Iluminación media [lux] | Modo de obtención |
|-----------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Edificio Objeto | 4.61                                   | 1.54                            | 300.00                  | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>  | <b>4.61</b>                            |                                 |                         |                   |

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio  | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Perfil de uso         |
|----------|------------------------------|-----------------------|
| Edificio | 121.0                        | Intensidad Alta - 12h |

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

|                |    |     |                       |
|----------------|----|-----|-----------------------|
| Zona climática | E1 | Uso | Intensidad Alta - 12h |
|----------------|----|-----|-----------------------|

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL                                                  | INDICADORES PARCIALES                                                     |   |                                                                         |   |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------|---|
|                                                                   | <b>109.1 F</b>                                                            |   |                                                                         |   |
|                                                                   | <b>CALEFACCIÓN</b>                                                        |   | <b>ACS</b>                                                              |   |
|                                                                   | <i>Emisiones calefacción</i><br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]   | G | <i>Emisiones ACS</i><br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]         | E |
|                                                                   | 103.06                                                                    |   | 0.57                                                                    |   |
|                                                                   | <b>REFRIGERACIÓN</b>                                                      |   | <b>ILUMINACIÓN</b>                                                      |   |
| <i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | <i>Emisiones refrigeración</i><br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | A | <i>Emisiones iluminación</i><br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | A |
|                                                                   | 0.05                                                                      |   | 5.41                                                                    |   |

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

|                                                        | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año | kgCO <sub>2</sub> /año |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| <i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>  | 5.46                                  | 660.18                 |
| <i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i> | 103.62                                | 12538.27               |

### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

| INDICADOR GLOBAL                                                                   | INDICADORES PARCIALES                                             |   |                                                                 |   |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------|---|
|                                                                                    | <b>425.0 E</b>                                                    |   |                                                                 |   |
|                                                                                    | <b>CALEFACCIÓN</b>                                                |   | <b>ACS</b>                                                      |   |
|                                                                                    | <i>Energía primaria calefacción</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año]   | G | <i>Energía primaria ACS</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año]         | C |
|                                                                                    | 390.69                                                            |   | 2.14                                                            |   |
|                                                                                    | <b>REFRIGERACIÓN</b>                                              |   | <b>ILUMINACIÓN</b>                                              |   |
| <i>Consumo global de energía primaria no renovable</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año] | <i>Energía primaria refrigeración</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año] | A | <i>Energía primaria iluminación</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año] | A |
|                                                                                    | 0.27                                                              |   | 31.94                                                           |   |

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN                                 | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN                                 |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                        |                                                          |
| <b>218.7 F</b>                                         | <b>0.3 A</b>                                             |
| <i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año] | <i>Demanda de refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año] |

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

### ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

#### Aislamiento térmico de fachada por el interior

##### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año] |         | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año] |         |
|-------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------|---------|
| < 119.1 A                                             |         | < 27.2 A                                        |         |
| 119.1-193 B                                           |         | 27.2-44.2 B                                     |         |
| 193.6-297.8 C                                         |         | 44.2-68.0 C                                     |         |
| 297.8-387.1 D                                         |         | 68.0-88.4 D                                     |         |
| 387.1-476.5 E                                         | 418.7 E | 88.4-109.6 E                                    | 107.4 E |
| 476.5-595.6 F                                         |         | 109.6-136.0 F                                   |         |
| ≥ 595.6 G                                             |         | ≥ 136.0 G                                       |         |

##### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año] |         | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año] |       |
|-------------------------------------|---------|---------------------------------------|-------|
| < 44.2 A                            |         | < 1.9 A                               | 0.1 A |
| 44.2-71.8 B                         |         | 1.9-3.0 B                             |       |
| 71.8-110.5 C                        |         | 3.0-4.7 C                             |       |
| 110.5-143.8 D                       |         | 4.7-6.1 D                             |       |
| 143.8-176.8 E                       | 215.2 F | 6.1-7.5 E                             |       |
| 176.8-221.0 F                       |         | 7.5-9.3 F                             |       |
| ≥ 221.0 G                           |         | ≥ 9.3 G                               |       |

#### ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador                                          | Calefacción |                                         | Refrigeración |                                         | ACS   |                                         | Iluminación |                                         | Total      |                                         |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|------------|-----------------------------------------|
|                                                    | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor         | ahorro respecto a la situación original | Valor | ahorro respecto a la situación original | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor      | ahorro respecto a la situación original |
| Consumo Energía final [kWh/m² año]                 | 326.13      | 1.6%                                    | 0.04          | 74.6%                                   | 1.82  | 0.0%                                    | 16.35       | 0.0%                                    | 344.33     | 1.5%                                    |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año] | 384.5<br>1  | G 1.6%                                  | 0.07          | A 74.6%                                 | 2.14  | C 0.0%                                  | 31.94       | A 0.0%                                  | 418.6<br>6 | E 1.5%                                  |
| Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]                    | 101.4<br>3  | G 1.6%                                  | 0.01          | A 74.6%                                 | 0.57  | E 0.0%                                  | 5.41        | A 0.0%                                  | 107.4<br>1 | E 1.5%                                  |
| Demanda [kWh/m² año]                               | 215.2<br>5  | F 1.6%                                  | 0.07          | A 74.6%                                 |       |                                         |             |                                         |            |                                         |

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos ) |
| Coste estimado de la medida<br>250.0 €                                                    |
| Otros datos de interés                                                                    |

## I.2 Calificación energética de la caldera nueva de biomasa:

### CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

#### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

|                                                   |                                                     |                    |                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Nombre del edificio                               | GENERAL DE INSTALACIONES SORIANAS (GEINSO S.L.)     |                    |                 |
| Dirección                                         | Poligono Industrial las Casas, Calle I, Parcela 287 |                    |                 |
| Municipio                                         | Soria                                               | Código Postal      | 42005           |
| Provincia                                         | Soria                                               | Comunidad Autónoma | Castilla y León |
| Zona climática                                    | E1                                                  | Año construcción   | 1999            |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | C.T.E.                                              |                    |                 |
| Referencia/s catastral/es                         | 11                                                  |                    |                 |

#### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Edificio de nueva construcción                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input checked="" type="radio"/> Edificio Existente                                                                                                                                  |
| <input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloque                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> | <input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> |

#### DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

|                                                                          |                                          |                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Nombre y Apellidos                                                       | Juan Santiago Berna Vilches              | NIF(NIE)           | 72896306Z       |
| Razón social                                                             | 11                                       | NIF                | 11              |
| Domicilio                                                                | C/Florentino Zamora Lucas, nº9, 2ªA      |                    |                 |
| Municipio                                                                | Soria                                    | Código Postal      | 42004           |
| Provincia                                                                | Soria                                    | Comunidad Autónoma | Castilla y León |
| e-mail:                                                                  | juansan6bv@gmail.com                     | Teléfono           | 659359013       |
| Titulación habilitante según normativa vigente                           | Grado en Ingeniería Agraria y Energética |                    |                 |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | CEXv2.3                                  |                    |                 |

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 24/01/2019

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha  
Ref. Catastral

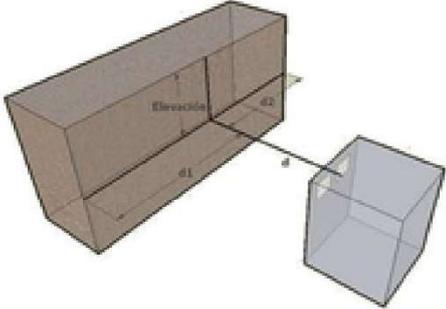
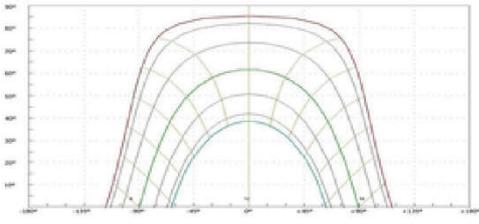
24/01/2019  
11

Página 1 de 6

## ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>                                       | 121.0                                                                              |
| <b>Imagen del edificio</b>                                                        | <b>Plano de situación</b>                                                          |
|  |  |

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

| Nombre            | Tipo               | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K] | Modo de obtención |
|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Muro de fachada N | Fachada            | 2.29                         | 0.56                                | Conocidas         |
| Muro de fachada W | Fachada            | 29.04                        | 0.56                                | Conocidas         |
| Muro de fachada S | Fachada            | 21.62                        | 0.56                                | Conocidas         |
| Muro de fachada E | Fachada            | 16.66                        | 0.56                                | Conocidas         |
| Suelo             | Suelo              | 119.17                       | 2.33                                | Conocidas         |
| Tabiques          | Partición Interior | 66.75                        | 0.73                                | Estimadas         |
| Puertas           | Partición Interior | 9.1                          | 1.18                                | Estimadas         |
| Techo             | Suelo              | 105.0                        | 0.55                                | Conocidas         |

#### Huecos y lucernarios

| Nombre              | Tipo  | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K] | Factor solar | Modo de obtención. Transmitancia | Modo de obtención. Factor solar |
|---------------------|-------|------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Ventanas fachada N  | Hueco | 10.05                        | 1.98                                | 0.38         | Conocido                         | Conocido                        |
| Ventanas fachadas S | Hueco | 3.71                         | 1.98                                | 0.38         | Conocido                         | Conocido                        |
| Ventanas fachadas E | Hueco | 6.19                         | 1.98                                | 0.38         | Conocido                         | Conocido                        |

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

| Nombre            | Tipo               | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía              | Modo de obtención |
|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|
| Calefacción y ACS | Caldera Estándar   | 48.0                  | 78.5                       | Biomasa densificada (pelets) | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>    | <b>Calefacción</b> |                       |                            |                              |                   |

#### Generadores de refrigeración

| Nombre         | Tipo                 | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|----------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
|                |                      |                       |                            |                 |                   |
| <b>TOTALES</b> | <b>Refrigeración</b> |                       |                            |                 |                   |

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día) | 7.0 |
|------------------------------------------|-----|

| Nombre            | Tipo             | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía              | Modo de obtención |
|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|
| Calefacción y ACS | Caldera Estándar | 48.0                  | 78.5                       | Biomasa densificada (pelets) | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>    | <b>ACS</b>       |                       |                            |                              |                   |

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio         | Potencia instalada [W/m <sup>2</sup> ] | VEEI [W/m <sup>2</sup> ·100lux] | Iluminación media [lux] | Modo de obtención |
|-----------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Edificio Objeto | 4.61                                   | 1.54                            | 300.00                  | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>  | <b>4.61</b>                            |                                 |                         |                   |

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio  | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Perfil de uso         |
|----------|------------------------------|-----------------------|
| Edificio | 121.0                        | Intensidad Alta - 12h |

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

|                |    |     |                       |
|----------------|----|-----|-----------------------|
| Zona climática | E1 | Uso | Intensidad Alta - 12h |
|----------------|----|-----|-----------------------|

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL                                                  | INDICADORES PARCIALES                                                     |   |                                                                         |   |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------|---|
|                                                                   | <b>10.5 A</b>                                                             |   | <b>CALEFACCIÓN</b>                                                      |   |
|                                                                   | <i>Emisiones calefacción</i><br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]   | A | <i>Emisiones ACS</i><br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]         | A |
|                                                                   | 5.01                                                                      |   | 0.03                                                                    |   |
|                                                                   | <b>REFRIGERACIÓN</b>                                                      |   | <b>ILUMINACIÓN</b>                                                      |   |
| <i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | <i>Emisiones refrigeración</i><br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | A | <i>Emisiones iluminación</i><br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | A |
|                                                                   | 0.05                                                                      |   | 5.41                                                                    |   |

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

|                                                        | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año | kgCO <sub>2</sub> /año |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| <i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>  | 5.46                                  | 660.18                 |
| <i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i> | 5.04                                  | 610.13                 |

### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

| INDICADOR GLOBAL                                                                   | INDICADORES PARCIALES                                             |   |                                                                 |   |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------|---|
|                                                                                    | <b>56.0 A</b>                                                     |   | <b>CALEFACCIÓN</b>                                              |   |
|                                                                                    | <i>Energía primaria calefacción</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año]   | A | <i>Energía primaria ACS</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año]         | A |
|                                                                                    | 23.68                                                             |   | 0.13                                                            |   |
|                                                                                    | <b>REFRIGERACIÓN</b>                                              |   | <b>ILUMINACIÓN</b>                                              |   |
| <i>Consumo global de energía primaria no renovable</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año] | <i>Energía primaria refrigeración</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año] | A | <i>Energía primaria iluminación</i><br>[kWh/m <sup>2</sup> año] | A |
|                                                                                    | 0.27                                                              |   | 31.94                                                           |   |

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN                                 | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN                                 |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                        |                                                          |
| <b>218.7 F</b>                                         | <b>0.3 A</b>                                             |
| <i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año] | <i>Demanda de refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año] |

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

### ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

#### Aislamiento térmico de fachada por el interior

##### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m <sup>2</sup> año] |        | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año] |        |
|----------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| < 119.1 A                                                            | 55.4 A | < 27.2 A                                                                    | 10.4 A |
| 119.1-193 B                                                          |        | 27.2-44.2 B                                                                 |        |
| 193.6-297.8 C                                                        |        | 44.2-66.0 C                                                                 |        |
| 297.8-387.1 D                                                        |        | 66.0-88.4 D                                                                 |        |
| 387.1-476.5 E                                                        |        | 88.4-109.8 E                                                                |        |
| 476.5-595.6 F                                                        |        | 109.8-136.0 F                                                               |        |
| ≥ 595.6 G                                                            |        | ≥ 136.0 G                                                                   |        |

##### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN<br>[kWh/m <sup>2</sup> año] |         | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN<br>[kWh/m <sup>2</sup> año] |       |
|----------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------|-------|
| < 44.2 A                                           | 215.2 F | < 1.9 A                                              | 0.1 A |
| 44.2-71.8 B                                        |         | 1.9-3.0 B                                            |       |
| 71.8-110.5 C                                       |         | 3.0-4.7 C                                            |       |
| 110.5-143.8 D                                      |         | 4.7-6.1 D                                            |       |
| 143.8-176.8 E                                      |         | 6.1-7.5 E                                            |       |
| 176.8-221.0 F                                      |         | 7.5-9.3 F                                            |       |
| ≥ 221.0 G                                          |         | ≥ 9.3 G                                              |       |

#### ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador                                                             | Calefacción |                                         | Refrigeración |                                         | ACS   |                                         | Iluminación |                                         | Total  |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|--------|-----------------------------------------|
|                                                                       | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor         | ahorro respecto a la situación original | Valor | ahorro respecto a la situación original | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor  | ahorro respecto a la situación original |
| Consumo Energía final [kWh/m <sup>2</sup> año]                        | 274.20      | 1.6%                                    | 0.04          | 74.6%                                   | 1.53  | 0.0%                                    | 16.35       | 0.0%                                    | 292.11 | 1.5%                                    |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]        | 23.31       | A 1.6%                                  | 0.07          | A 74.6%                                 | 0.13  | A 0.0%                                  | 31.94       | A 0.0%                                  | 55.44  | A 1.0%                                  |
| Emissiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | 4.94        | A 1.6%                                  | 0.01          | A 74.6%                                 | 0.03  | A 0.0%                                  | 5.41        | A 0.0%                                  | 10.39  | A 1.1%                                  |
| Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]                                      | 215.25      | F 1.6%                                  | 0.07          | A 74.6%                                 |       |                                         |             |                                         |        |                                         |

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos ) |
| Coste estimado de la medida<br>250.0 €                                                    |
| Otros datos de interés                                                                    |

## ANEXO J Estudio de seguridad y salud

### J.1 Objeto del Estudio básico de seguridad y salud:

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, 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. [19]

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso. [19]

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabora el correspondiente Plan de Seguridad y Salud el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. [19]

### J.2 Proyecto al que se refiere:

Los datos generales del proyecto objeto al que se refiere el Estudio básico de seguridad y salud son los siguientes:

**Tabla J.1 Proyecto de referencia.**

| PROYECTO DE REFERENCIA     |                                                                                                            |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título del proyecto</b> | Instalación térmica centralizada con biomasa para dar servicio de calefacción y A.C.S a la empresa Geinso. |
| <b>Autor del proyecto</b>  | Juan Santiago Berna Vilches                                                                                |
| <b>Titular del encargo</b> | General de instalaciones sorianas                                                                          |
| <b>Emplazamiento</b>       | Polígono Industrial las Casas, Calle I, Parcela 287, Soria                                                 |

### **J.3 Descripción del emplazamiento y la obra:**

En la siguiente tabla aparecen los datos más significativos de la zona en la cual se va a llevar a cabo la instalación de la caldera de biomasa, así como de sus distintos componentes y elementos.

**Tabla J.2 Datos de emplazamiento.**

| <b>DATOS DEL EMPLAZAMIENTO</b>              |                                     |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Accesos a la instalación</b>             | Vía pública                         |
| <b>Superficie de la zona de instalación</b> | 38.17 m <sup>2</sup>                |
| <b>Suministro de energía eléctrica</b>      | Suelo urbano y consta de ella       |
| <b>Suministro de agua</b>                   | Suelo urbano y consta de ella       |
| <b>Servicios afectados</b>                  | No afecta a ningún servicio público |

### **J.4 Orden de ejecución de los trabajos:**

El orden de ejecución de los trabajos se realiza siguiendo las especificaciones técnicas establecidas en el Proyecto al que se incluye este Estudio Básico de Seguridad y Salud. El contratista a cargo del Proyecto tiene la capacidad de cambiar o complementar dichas especificaciones, con la obligada aceptación del Coordinador de Seguridad y Salud en caso de que exista dicha figura.

El orden de los trabajos será el siguiente:

- Instalación de la caldera de biomasa, equipos y diferentes elementos auxiliares de los que consta la instalación.
- Montaje e instalación de la red de distribución de tuberías, así como del circuito de calefacción y agua caliente sanitaria.
- Pruebas de presión y estanqueidad previas y control del funcionamiento y la regulación.
- Puesta en marcha de la instalación.

### **J.5 Procedimiento, materiales y equipos:**

Se sigue el procedimiento más adecuado dependiendo del tipo de trabajo y de las tecnologías de que disponen, de forma que garantice la seguridad de los trabajadores.

Aplicando el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se tienen en cuenta los siguientes requisitos preventivos: [19]

- Manipulación de los materiales y empleo de medios auxiliares.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
- Las pruebas pertinentes de la puesta en servicio y el control rutinario de los aparatos e instalación con el fin de evitar riesgos que afecten a la salud y seguridad del trabajador.
- Se debe tener en cuenta para el emplazamiento de los trabajadores en su puesto de trabajo los diferentes accesos, al igual que el estacionamiento de vehículos o maquinaria en vías urbanas de desplazamiento.
- Definir, acondicionar y acotar la zona destinada a retirada o almacenamiento de material. En el caso de la instalación de este trabajo no existen sustancias peligrosas.
- Durante el transcurso de la instalación ajustar, si existe una modificación previsible, el tiempo efectivo destinado a cada fase de trabajo.
- La interacción con otro tipo de obra o trabajo ajeno a la instalación que se esté llevando a cabo en las proximidades.

### **J.6 Servicios higiénicos, primeros auxilios y asistencia sanitaria:**

De acuerdo con el apartado 15 del R.D. 1627/97, el trabajo dispondrá de los servicios higiénicos que aparecen en la siguiente tabla: [19]

**Tabla J.3 Servicios higiénicos presentes.**

| <b>SERVICIOS HIGIÉNICOS</b>                                            |
|------------------------------------------------------------------------|
| Vestuario masculinos y femeninos con taquillas independientes en ambos |
| Lavabos con agua caliente, fría y espejo                               |
| Retretes                                                               |

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos: [20]

**Tabla J.4 Dispositivos de primeros auxilios y asistencia sanitaria.**

| <b>PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA</b> |                                 |                  |
|-------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|
| <b>NIVEL DE ASISTENCIA</b>                      | <b>NOMBRE Y UBICACIÓN</b>       | <b>DISTANCIA</b> |
| Primero auxilios                                | Botiquín portátil               | Zona de trabajo  |
| Asistencia primaria                             | Centro de salud Soria Norte     | 1.00 Km          |
| Asistencia primaria                             | Centro de salud Soria Sur       | 1.50 Km          |
| Asistencia Especializada                        | Hospital Heras de Santa Bárbara | 2.00 Km          |

### **J.7 Protección individual:**

Los trabajadores que se encuentran realizando sus labores en la zona de trabajo deben de estar provistos por equipos de protección individual (EPI'S), de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla J.5 Equipos de protección individual de los que deben disponer los trabajadores.**

| <b>EPI'S</b>                                      | <b>EMPLEO</b> |
|---------------------------------------------------|---------------|
| <b>Botas de seguridad</b>                         | Permanente    |
| <b>Casco de seguridad</b>                         | Permanente    |
| <b>Ropa de trabajo ignífuga y electroestática</b> | Permanente    |
| <b>Guantes de trabajo</b>                         | Permanente    |
| <b>Gafas de seguridad</b>                         | Ocasional     |
| <b>Pantalla de seguridad para soldar</b>          | Ocasional     |

### **J.8 Riesgos laborales evitables al completo:**

En la siguiente tabla van a aparecer los riesgos laborales que pueden ser evitados si se toman las medidas técnicas previas correspondientes. [19]

**Tabla J.6 Medidas para evitar riesgos laborales**

| <b>RIESGOS EVITABLES</b>                                      | <b>MEDIAS ADOPTADAS</b>                                   |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Derivados de la rotura de instalaciones existentes</b>     | Neutralización de las instalaciones existentes            |
| <b>Presencia de líneas eléctricas de media y baja tensión</b> | Corte del fluido, toma a tierra y cortocircuito de cables |

**J.9 Riesgos laborales no eliminables al completo:**

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. En la siguiente tabla se muestran los riesgos generales a los que todo trabajador está expuesto en obra: [19]

**Tabla J.7 Riesgos más frecuentes durante la jornada laboral**

| <b>RIESGOS</b>                             |
|--------------------------------------------|
| Caídas de operarios al mismo nivel         |
| Caídas de operarios a distinto nivel       |
| Caídas de objetos sobre operarios          |
| Caídas de objetos sobre terceros           |
| Choques o golpes contra objetos            |
| Fuertes vientos                            |
| Trabajos en condiciones de humedad         |
| Contactos eléctricos directos e indirectos |

|                                                 |
|-------------------------------------------------|
| Cuerpos extraños en los ojos                    |
| Sobreesfuerzos                                  |
| Electrocuciones                                 |
| Caídas de materiales transportados              |
| Lesiones y cortes en brazos y manos             |
| Lesiones, pinchazos y cortes en pies            |
| Quemaduras producidas por soldadura             |
| Radiaciones y derivados de la soldadura         |
| Derrame de productos                            |
| Proyecciones de partículas al cortar materiales |
| Deflagraciones, explosiones e incendios         |

#### **J.10 Riesgos laborales de carácter especial:**

Se incluyen en este apartado trabajos que conllevan riesgos especiales siendo necesarios en la ejecución de la instalación del presente proyecto, y constan en el Anexo II del R.D. 1627/97.

[19]

**Tabla J.8 Riesgos especiales más frecuentes durante la jornada laboral**

| TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES                     |
|-----------------------------------------------------|
| Caídas graves a gran altura                         |
| Montaje y desmontaje de los distintos equipos       |
| Trabajo en zona susceptible de explosión o incendio |

## ANEXO K Bibliografía

- [1] Manual sobre la Energía de la biomasa. IDAE.
- [2] Barrizar: Definición de biomasa. Página Web: <http://barrizar.com/es/tecnologias/biomasa>
- [3] General de Instalaciones Sorianas (GEINSO). Página Web: <http://www.geinso.com>
- [4] Manual calderas Ferroli GNM-05. Página Web: <https://calsat.es/ferroli-manuales-calderas/>
- [5] Manual quemador Ferroli Sun G10-2S. Página Web: <https://www.ferroli.com/media/1507045374.pdf>
- [6] Biomasa energía renovable orgánica. Página Web: <http://soymedioambiente.com/biomasa-energia-renovable-organica>
- [7] Tipos de biomasa. Página Web: <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/biomasa>
- [8] Calidad de Pellets EN-Plus. Página Web: <https://enplus-pellets.eu/es/>
- [9] Guía técnica de instalaciones de biomasa en edificios térmicos, idea
- [10] Recursos de la Biomasa (REBI). Página Web: <https://www.calorsostenible.es>
- [11] Radiadores BAXI. Página Web: [https://www.baxi.es/productos/radiadores/paneles-acero/adra-22-s#section-resources\\_tabber2](https://www.baxi.es/productos/radiadores/paneles-acero/adra-22-s#section-resources_tabber2)
- [12] Froling calderas de pellets. Página Web: <https://www.froeling.com/es/productos/caldera-de-pellets.html>
- [13] Silos de biomasa Geobox. Página Web: <https://www.geoplast.com/it/geobox.html>
- [14] Evaluación de ecuaciones de factor de fricción explícito para tuberías. Página Web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X1470535X>.
- [15] Propiedades del agua en función de su temperatura. Página Web <https://webs.ucm.es/info/Geofis/practicas/propiedades%20agua.pdf>

[16] Documento básico HS Salubridad. Página Web: <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/normativa/fontaneria/DB-HS-4-2009.pdf>

[17] Bomba Wilo varios Pico. Página Web: [https://wilo.com/es/es/Productos-y-campos-de-aplicaci%C3%B3n/B%C3%BAsqueda-de-series/Varios-PICO-25-1-7\\_10285.html](https://wilo.com/es/es/Productos-y-campos-de-aplicaci%C3%B3n/B%C3%BAsqueda-de-series/Varios-PICO-25-1-7_10285.html)

[18] Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

[19] Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Página Web: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/1627\\_97/PDFs/realdecreto16271997de24deoctubreporloqueseestablecend.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/1627_97/PDFs/realdecreto16271997de24deoctubreporloqueseestablecend.pdf)

[20] Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Página Web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/lugares.pdf>

[22] Biocombustibles forestales (BIOFOR). Página Web: <http://www.biofor.es/producto/pellets/>

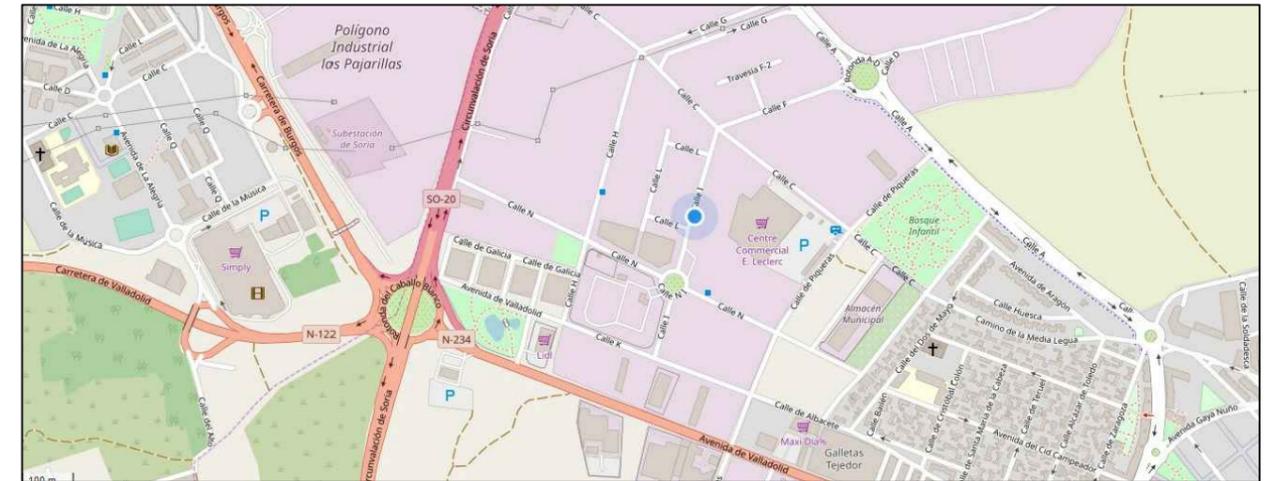
[23] Precio de la biomasa para usos térmicos. IDAE. Página Web: [http://www.idae.es/sites/default/files/estudios\\_informes\\_y\\_estadisticas/precios](http://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/precios)

[24] Componentes de una caldera de Biomasa. Manual para instalación de calderas de biomasa, Ferroli.

[25] 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.

[26] 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.

## **DOCUMENTO Nº2. PLANOS**



U.V.A.-E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA  
 PROMOTOR: JOSE LUIS ROMERA ORTEGA

PROYECTO DE INSTALACIÓN TÉRMICA CENTRALIZADA CON BIOMASA PARA DAR SERVICIO DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. A LA EMPRESA GEINSO (SORIA).

LOCALIZACIÓN: SORIA

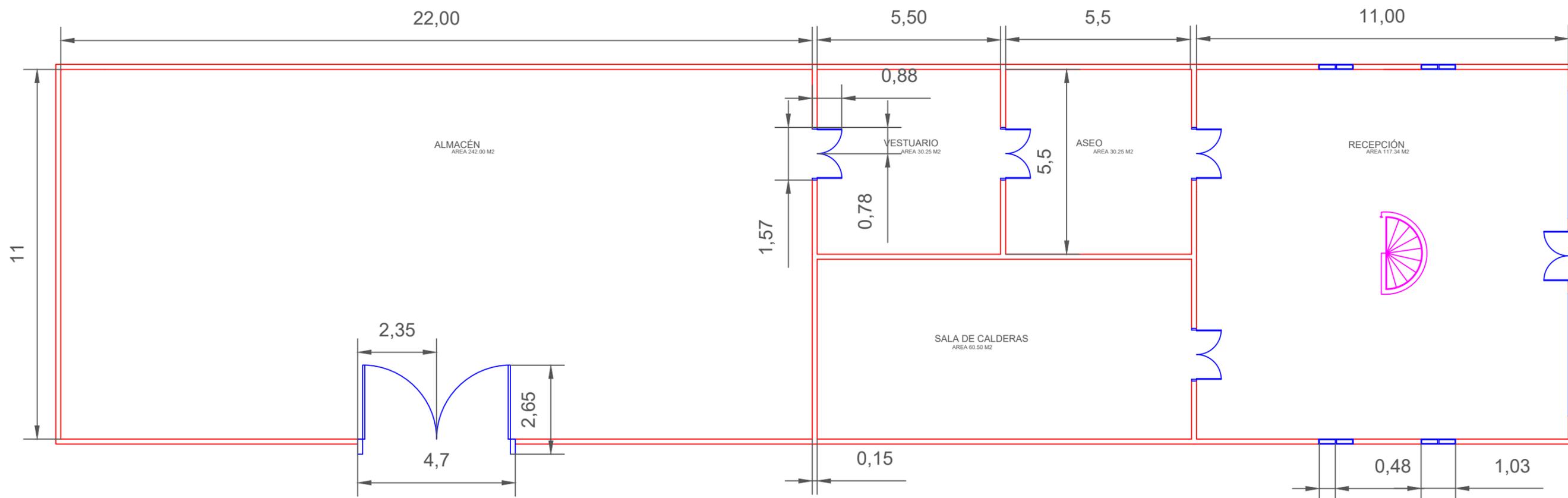
ESCALA: VARIAS  
 FORMATO: A3

FECHA: JUNIO 2019.  
 FIRMA:  
 ALUMNO: J. SANTIAGO  
 BERNA VILCHES

DENOMINACIÓN:  
 EMPLAZAMIENTO

PLANO N°:

1



U.V.A.-E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA  
 PROMOTOR: JOSE LUIS ROMERA ORTEGA

PROYECTO DE INSTALACIÓN TÉRMICA CENTRALIZADA CON BIOMASA PARA DAR SERVICIO DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. A LA EMPRESA GEINSO (SORIA).

LOCALIZACIÓN: SORIA

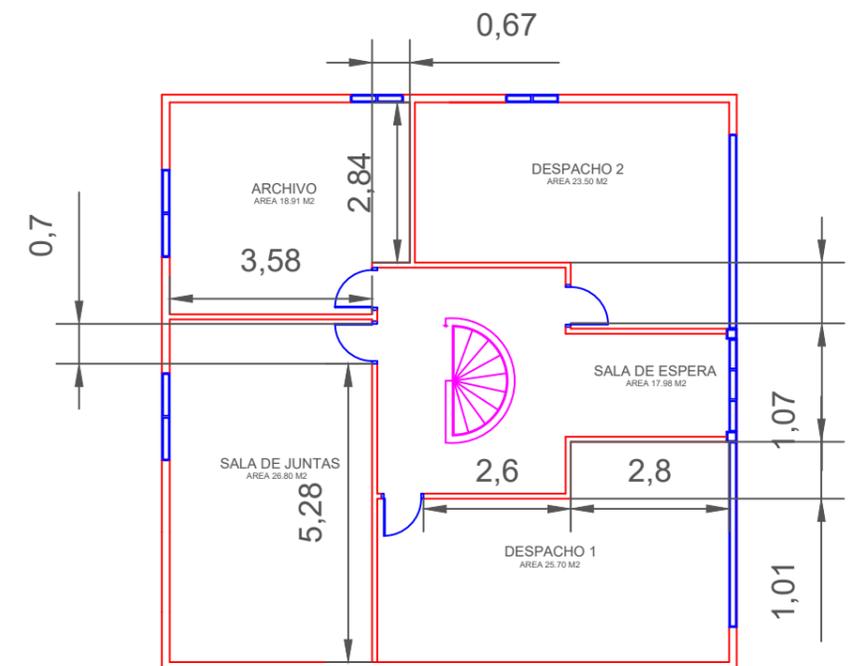
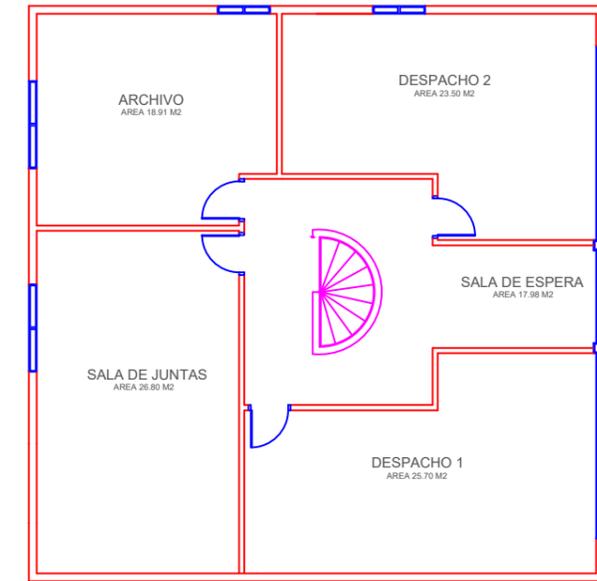
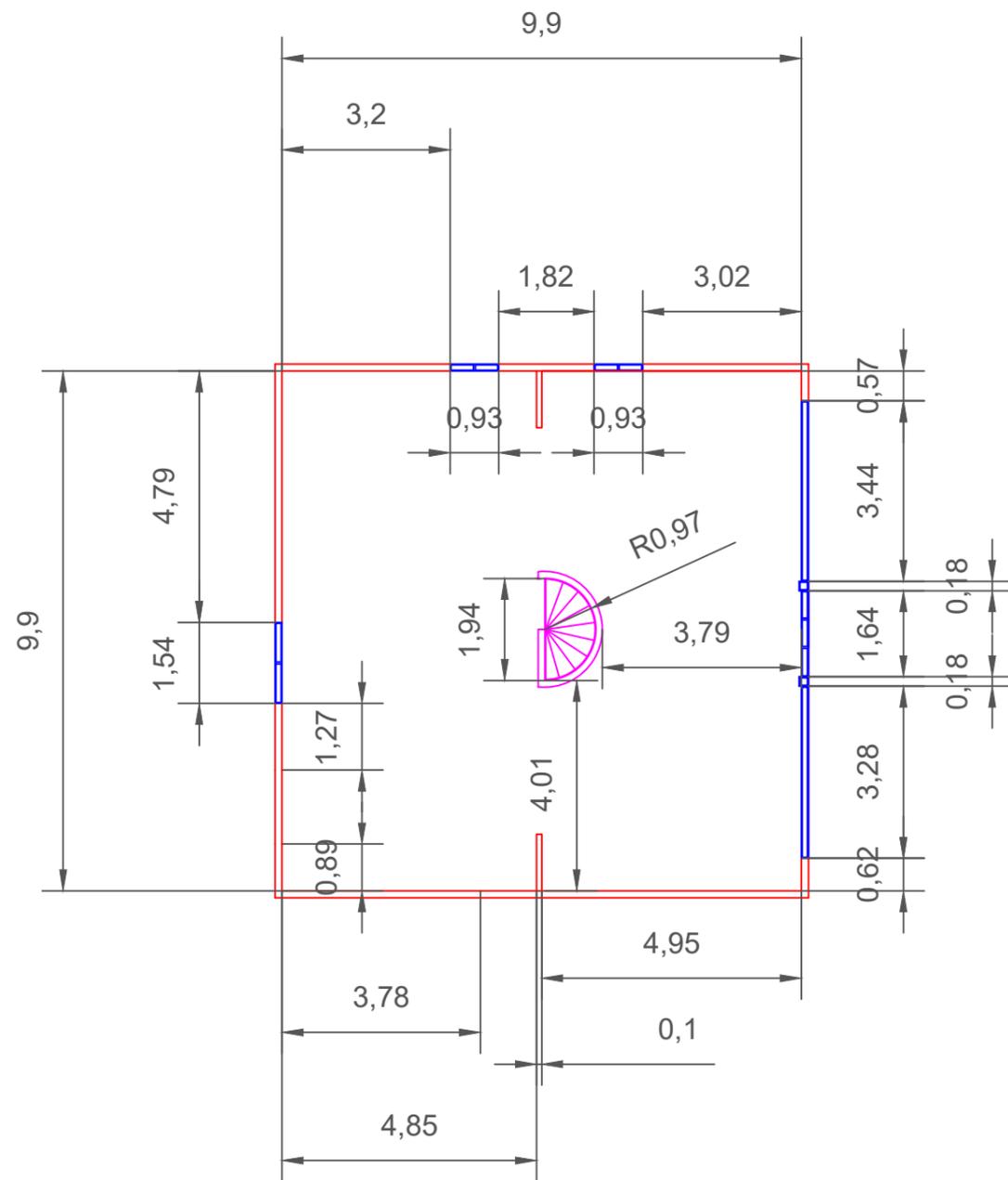
ESCALA: 1/50  
 FORMATO: A3

FECHA: JUNIO 2019.  
 FIRMA:  
 ALUMNO: J. SANTIAGO  
 BERNA VILCHES

DENOMINACIÓN:  
 DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIE  
 PLANTA BAJA

PLANO N°:

2



U.V.A.-E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA  
 PROMOTOR: JOSE LUIS ROMERA ORTEGA



TÍTULO:  
 PROYECTO DE INSTALACIÓN TÉRMICA CENTRALIZADA CON BIOMASA PARA DAR SERVICIO DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. A LA EMPRESA GEINSO (SORIA)

LOCALIZACIÓN: SORIA

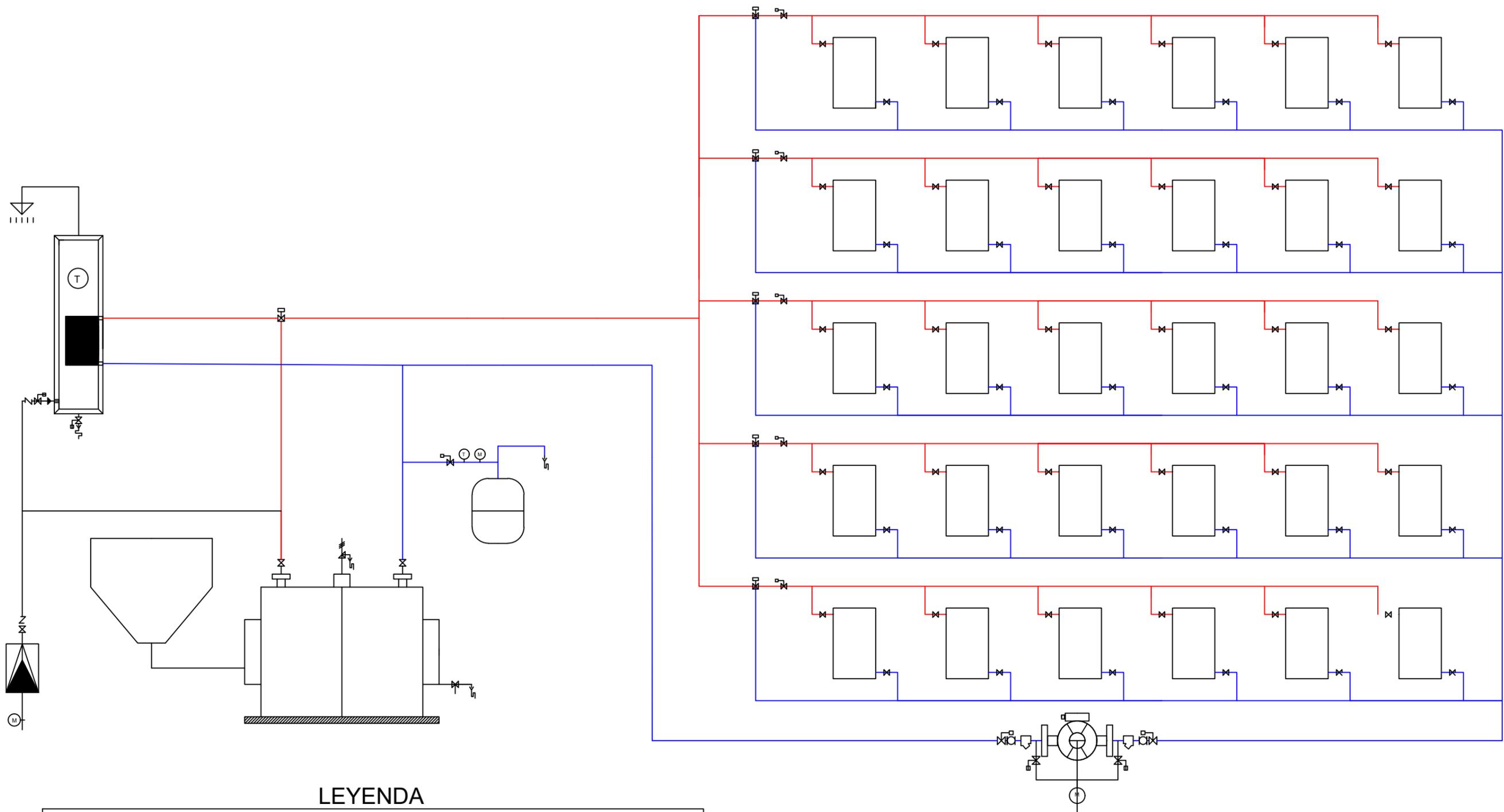
ESCALA: 1/50  
 FORMATO: A3

FECHA: JUNIO 2019.  
 FIRMA:  
 ALUMNO: J. SANTIAGO  
 BERNA VILCHES

DENOMINACIÓN:  
 DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIE  
 PLANTA ALTA

PLANO N°:

3



### LEYENDA

|  |                     |  |                     |  |                         |
|--|---------------------|--|---------------------|--|-------------------------|
|  | TOLVA               |  | VÁLVULA             |  | SISTEMA DE VACIADO      |
|  | CALDERA             |  | VÁLVULA 3 VÍAS      |  | MANÓMETRO               |
|  | BOMBA               |  | VÁLVULA SEGURIDAD   |  | FILTRO                  |
|  | VASO DE EXPANSIÓN   |  | LLAVE DE CORTE      |  | MANGUITO ANTIVIBRATORIO |
|  | DEPÓSITO DE INERCIA |  | VÁLVULA ANTIRETORNO |  | ENTRADA AGUA DE RED     |
|  | RADIADOR            |  | TERMÓMETRO          |  |                         |



U.V.A.-E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA  
PROMOTOR: JOSE LUIS ROMERA ORTEGA



PROYECTO DE INSTALACIÓN TÉRMICA CENTRALIZADA CON BIOMASA PARA DAR SERVICIO DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. A LA EMPRESA GEINSO (SORIA).

LOCALIZACIÓN: SORIA

ESCALA: VARIAS  
FORMATO: A3

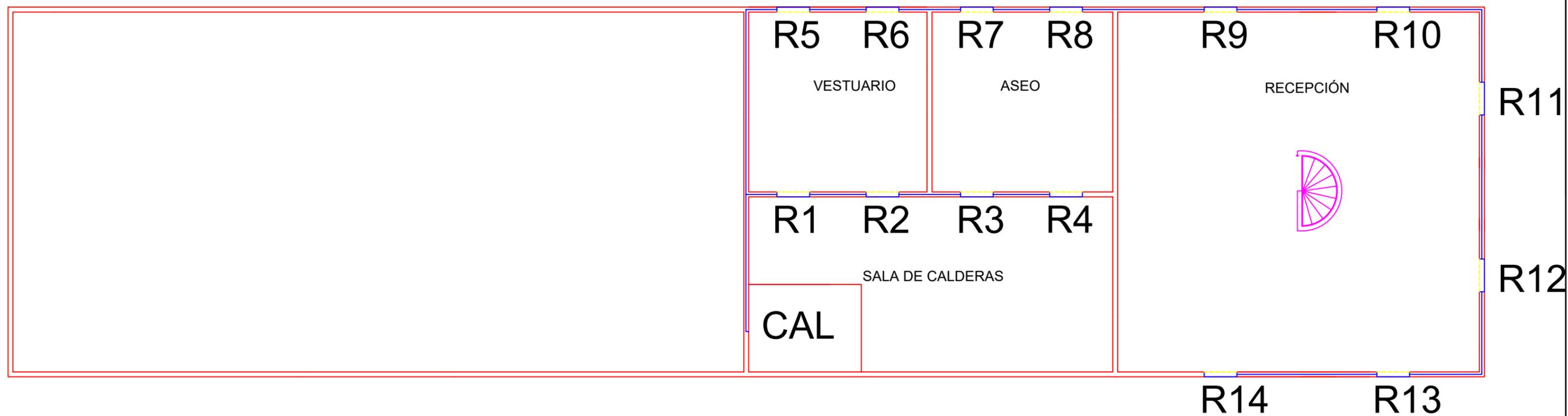
FECHA: JUNIO 2019.  
FIRMA:  
ALUMNO: J. SANTIAGO  
BERNA VILCHES

DENOMINACIÓN:

ESQUEMA HIDRÁULICO

PLANO N°:

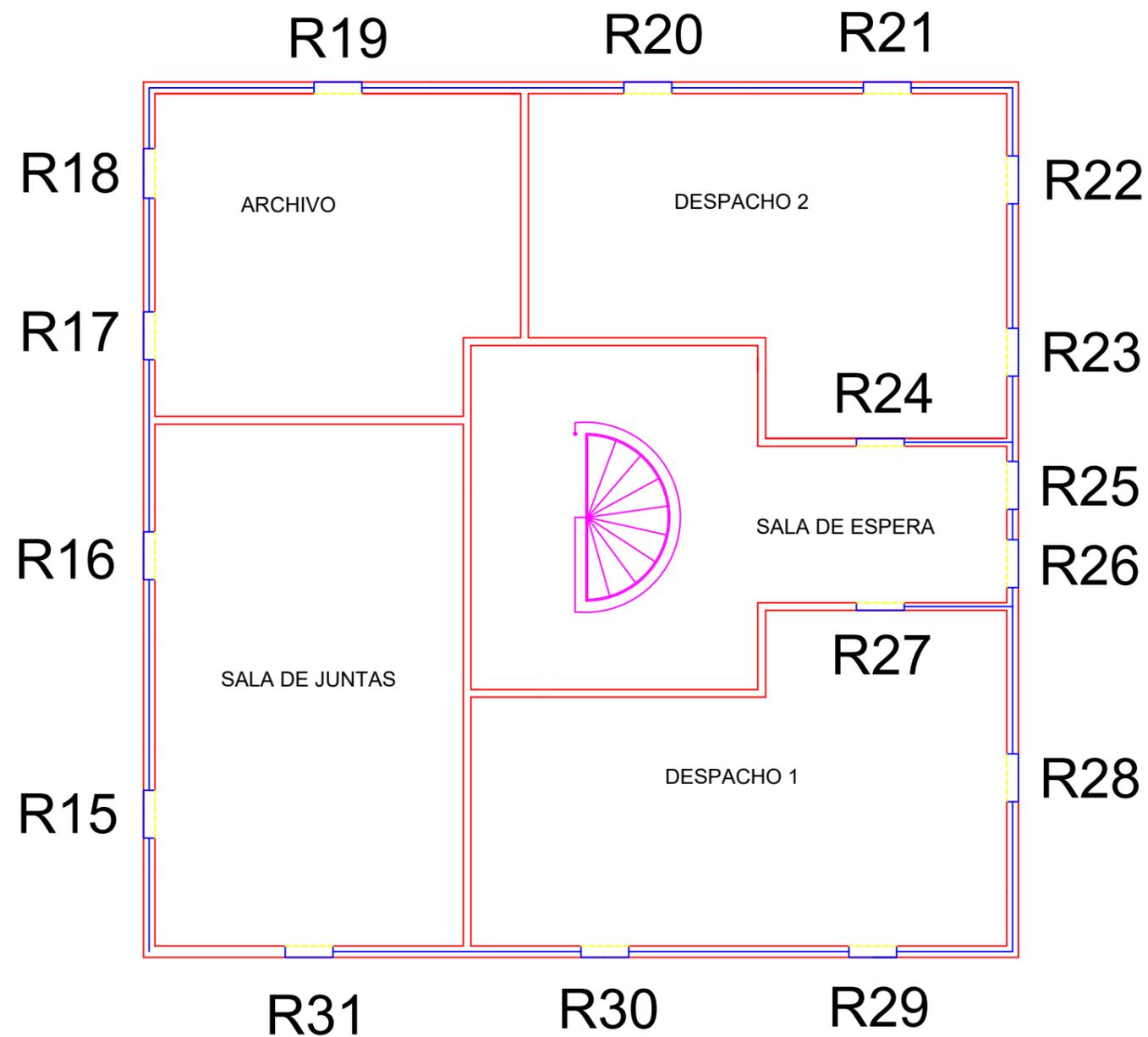
4



| LEYENDA   |          |          |
|-----------|----------|----------|
| ESTANCIAS | RADIADOR | POTENCIA |
| VESTUARIO | R1       | 1529W    |
| VESTUARIO | R2       | 1529W    |
| ASEO      | R3       | 470W     |
| ASEO      | R4       | 1529W    |
| VESTUARIO | R5       | 1529W    |
| VESTUARIO | R6       | 470W     |
| ASEO      | R7       | 1529W    |
| ASEO      | R8       | 1529W    |
| RECEPCIÓN | R9       | 2470W    |
| RECEPCIÓN | R10      | 2470W    |
| RECEPCIÓN | R11      | 2470W    |
| RECEPCIÓN | R12      | 2470W    |
| RECEPCIÓN | R13      | 2470W    |
| RECEPCIÓN | R14      | 1529W    |

|                                                                                                                                                                                                                            |                                                                    |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: JOSE LUIS ROMERA ORTEGA |                                                                    |  |
| PROYECTO DE INSTALACIÓN TÉRMICA CENTRALIZADA CON BIOMASA PARA DAR<br>SERVICIO DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. A LA EMPRESA GEINSO (SORIA).                                                                                         |                                                                    |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: SORIA                                                                                                                                                                                                        |                                                                    | ESCALA: 1:50<br>FORMATO: A3                                                           |
| FECHA: JUNIO 2019.<br>FIRMA:<br>ALUMNO: J. SANTIAGO<br>BERNA VILCHES                                                                                                                                                       | DENOMINACIÓN:<br>DISTRIBUCIÓN Y POTENCIA<br>RADIADORES PLANTA BAJA | PLANO N°:<br><b>5</b>                                                                 |

| LEYENDA     |          |          |
|-------------|----------|----------|
| ESTANCIAS   | RADIADOR | POTENCIA |
| SALA JUNTAS | R15      | 1529W    |
| SALA JUNTAS | R16      | 1529W    |
| ARCHIVO     | R17      | 470W     |
| ARCHIVO     | R18      | 1529W    |
| ARCHIVO     | R19      | 1529W    |
| DESPACHO 2  | R20      | 1529W    |
| DESPACHO 2  | R21      | 470W     |
| DESPACHO 2  | R22      | 1529W    |
| DESPACHO 2  | R23      | 470W     |
| SALA ESPERA | R24      | 1529W    |
| SALA ESPERA | R25      | 470W     |
| SALA ESPERA | R26      | 1529W    |
| SALA ESPERA | R27      | 470W     |
| DESPACHO 1  | R28      | 1529W    |
| DESPACHO 1  | R29      | 1529W    |
| DESPACHO 1  | R30      | 1529W    |
| SALA JUNTAS | R31      | 1529W    |



U.V.A.-E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA  
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA  
 PROMOTOR: JOSE LUIS ROMERA ORTEGA



PROYECTO DE INSTALACIÓN TÉRMICA CENTRALIZADA CON BIOMASA PARA DAR SERVICIO DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. A LA EMPRESA GEINSO (SORIA).

LOCALIZACIÓN: SORIA

ESCALA: 1/50  
 FORMATO: A3

FECHA: JUNIO 2019.  
 FIRMA:  
 ALUMNO: J. SANTIAGO  
 BERNA VILCHES

DENOMINACIÓN:  
 DISTRIBUCIÓN RADIADORES  
 PLANTA ALTA

PLANO N°:

6

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

## **1. Disposiciones generales.**

### Objeto del pliego:

El presente pliego de condiciones tiene como objeto definir los requisitos y especificaciones necesarias para la ejecución de la instalación de una caldera de biomasa abastecida mediante pellet en la empresa General de Instalaciones Sorianas, situada en el Polígono Industrial las Casas, Calle I, Parcela 287, Soria.

Todos los equipos y elementos que componen la instalación cumplirán la normativa que le sea referenciada, así como el CET, RITE o el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, además de cumplir las condiciones descritas en el presente pliego.

### Relación entre documentos:

En el caso de que no coincidan las condiciones definidas de los equipos en los anexos con los planos, prevalecen los primeros. Y, en cualquier caso, lo que se ajuste más al correcto funcionamiento y ejecución de la instalación.

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Documento nº1: Memoria.
- Documento nº2: Planos.
- Documento nº3: Pliego de condiciones.
- Documento nº4: Mediciones.
- Documento nº5: Presupuesto.

### Justificación:

La caldera seleccionada es una Caldera Froling P4 48 KW que va a sustituir a una caldera de gasóleo para suministrar ACS y calefacción a la empresa Geinso.

Es abastecida mediante biomasa en forma de pellet y, como se ha comprobado en el presente proyecto, cubre las necesidades térmicas del edificio a calefactar al completo.

Con esto se pretende reducir de manera significativa el impacto medioambiental, en concreto el relacionado con las emisiones de gases contaminantes que producen los combustibles fósiles convencionales y dar impulso a las energías renovables para la generación de energía. Otro de los aspectos que justifican el cambio es la mayor eficiencia energética de la caldera de biomasa que hemos podido justificar con el certificado energético en el anexo correspondiente.

#### Alcance y planificación de los trabajos:

Los trabajos que se llevan a cabo son todos aquellos que permiten el correcto funcionamiento final de la caldera de biomasa, así como de todos los equipos y elementos que forman parte de la instalación, incluida la también la conexión del circuito hidráulico de distribución. Así como el transporte y la descarga del combustible en la sala de calderas.

La instalación de los equipos, elementos y conexiones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación serán llevados a cabo por una empresa con experiencia en el sector, que posea trabajadores cualificados con sus distintas acreditaciones en vigor para el desarrollo de los trabajos programados y que se comprometan a garantizar la seguridad tanto suya como de los equipos, elementos y conexiones de la instalación.

#### Calidad del ambiente térmico:

Según el mapa nacional de zonas climáticas de España, Soria pertenece a la zona climática E1, con una temperatura exterior en torno a los -1°C.

Las condiciones de temperatura en el interior de la zona a calefactar serán de unos 21°C, con el fin de alcanzar una temperatura óptima de trabajo.

#### Calidad del ambiente acústico:

La caldera seleccionada está constituida por elementos cuyo nivel de ruido se encuentra por debajo de los valores que establece la normativa.

Se aplica el documento básico de protección contra el ruido DB-HR con el fin de garantizar la no existencia de posibles vibraciones generadas por los equipos que están en contacto con la superficie de la oficina.

## **2. Disposiciones facultativas.**

### Obligaciones del instalador:

El instalador, además de tomar las precauciones que considere oportunas al instalar o conectar la caldera, los equipos correspondientes y los elementos auxiliares para garantizar la seguridad del entorno, se compromete a:

- Realizar las pruebas previas convenientes a cada operación.
- Generar el certificado de instalación o mantenimiento correspondiente e informar a los trabajadores de la empresa en el caso de que se requiera el corte de algún suministro durante la instalación de la caldera.
- Si durante la ejecución del proceso de instalación, el instalador se da cuenta de que no se está cumpliendo la normativa o reglamento correspondiente, debe comunicarlo por escrito tanto al propietario de la vivienda como al autor del proyecto, y posteriormente alcanzar un acuerdo entre dichas partes para corregirlo.
- Comunicar a la administración competente en caso de no cumplimiento de la normativa en cuanto a suministro de materiales o equipos, y advertir si existe un problema en la instalación debido a su causa.
- Llevar a cabo las operaciones de mantenimiento de los equipos que correspondan, tanto en el momento de la instalación como el mantenimiento rutinario durante los plazos de tiempo exigidos.
- Guardar una copia del contrato de mantenimiento durante los próximos 5 años a su realización.
- Acudir a inspecciones que establezca la normativa, además de reparar los equipos si fuera necesario, con materiales y herramientas que cumplan con la legalidad.

### Replanteo:

El presente proyecto consiste en ejecutar la instalación de una caldera destinada a satisfacer las necesidades de calefacción y ACS. La caldera va a estar situada en la planta baja en una habitación contigua a las oficinas.

Por lo tanto, no hay obra de construcción o reforma de la sala de calderas, ni todos los requisitos de obra que ello conlleva según normativa.

El trabajo del instalador es replantear la instalación de la caldera, sus equipos, elementos auxiliares y conexionado con la red hidráulica de distribución hasta los elementos terminales (en nuestro caso radiadores) de la oficina a calefactar, basándose en replanteos parciales que han sido calculados previamente.

### Calidad:

El instalador es el responsable de asumir cualquier problema o falta de calidad en el caso de que no coincida el proyecto de instalación de la caldera de biomasa con las condiciones preestablecidas inicialmente hasta el momento en que se produzca la recepción definitiva en la que el propietario de la empresa de la aprobación a la instalación una vez completa.

La calidad que tienen los materiales y aparatos es la definida en el presente proyecto, diferenciada por su marca y especificaciones técnicas.

En el caso de que el instalador decidiese colocar algún elemento de una calidad similar que no coincide expresamente con la preestablecida, debe comunicárselo al director de obra, será este último quien decida si ese elemento es válido o no para la instalación.

### Planos:

En los planos del proyecto se muestra la ubicación de los equipos instalados y el recorrido de las tuberías hasta los emisores de calor que hacen posible la calefacción de las oficinas y el abastecimiento del agua caliente sanitaria.

Si el instalador considera adecuado realizar una modificación con respecto a las condiciones definidas en los planos, debe argumentar con antelación la causa de dicho cambio y trasladar su propuesta final al director de obra que será quien decida si ese cambio es aprobado o no.

Además, presentará los nuevos planos, de forma duplicada, con las pertinentes modificaciones que se han llevado a cabo y detalle en cuanto a medidas y ubicación de los equipos y elementos que han sido objeto de modificación.

#### Reclamaciones:

La posible omisión de alguna de las especificaciones relacionada con la ejecución de la instalación que debe constar por escrito en el presente proyecto no justifica al instalador omitir ese detalle sin tener derecho a reclamación.

La función del instalador es completar la instalación como si dicha especificación se hubiera definido y garantizar su correcto funcionamiento.

Las reclamaciones del instalador sobre disposiciones de orden económico hacia la dirección facultativa, debe presentarlas ante la propiedad, y a través del contratista, respetando los requisitos descritos en el pliego de condiciones.

No se admiten reclamaciones acerca de disposiciones técnicas sobre la dirección, siendo capaz el instalador de defender su posición ante el contratista, que dará contestación al acuse de recibo como límite.

#### Garantía:

El plazo de garantía se inicia con la aceptación del Acta de Recepción Provisional y finaliza con la firma del Acta de Recepción Definitiva. Su duración es el tiempo especificado en el contrato.

Durante este periodo de garantía, el instalador es el encargado de arreglar los posibles desperfectos que puedan surgir con el habitual funcionamiento de la instalación, ya sea por déficit de calidad del material o un fallo en la ejecución.

Recepción provisional y definitiva:

Una vez finalizada al completo la instalación a ejecutar en el presente proyecto, el instalador y el contratista firman el Acta de Recepción Provisional.

Si la instalación no reúne las condiciones especificadas en los documentos que describen el Proyecto, el Acta no es aceptada, dando al instalador un periodo límite de tiempo para ejecutar la instalación de forma correcta. Los trabajos de arreglo o reparación por parte del instalador son a su cargo.

En caso de que la instalación se haya realizado exitosamente de la forma que se había especificado previamente, debe reflejar en dicho Acta la aprobación de los trabajos efectuados. Posteriormente se inicia el periodo de garantía.

El Acta de Recepción Definitiva es firmada por el instalador y el Contratista y certificada por el Propietario, una vez finalizado el tiempo de garantía si la instalación es exitosa.

Plan de seguridad y salud:

El instalador elabora, en función del Proyecto ejecutado y en base al Estudio de seguridad y salud, un Plan de seguridad y salud que debe ser aceptado por el Contratista o la Dirección delegada en aspectos de seguridad y salud.

La aceptación de este documento debe ser previa al inicio de la ejecución de la instalación.

Plazo de ejecución:

El plazo de ejecución de la instalación comienza tras realizar la operación de replanteo, siendo dicho plazo el especificado en el contrato.

No efectuar la ejecución en el plazo establecido, ya sea por falta de datos o planos por parte del Contratista, no exime al instalador excepto que haya pedido por escrito, y no le han facilitado, los datos que faltan para completar la instalación.

### Protección de trabajadores:

Cumpliendo con el RD 31/ 1995: Ley de Prevención de Riesgos Laborales y los Reales Decretos que la desarrollan, el instalador debe redactar un "Plan de Seguridad y Salud" aprobado por la Dirección Técnica, en el que se coordinen las medidas necesarias que se van a llevar a cabo con el objetivo de garantizar la seguridad de los trabajadores. Finalmente se exige una evaluación de riesgos con las medidas (si existen) adoptadas para reducir la probabilidad de accidente por parte de los trabajadores.

Los operarios deben estar equipados con los EPI's (Equipos de Protección Individual), esto incluye guantes, botas y ropa de trabajo. En especial, se consideran las condiciones de trabajo de trabajadores menores de edad, en caso de intervenir en la instalación.

### **3. Disposiciones económicas.**

#### Composición de precios:

Todos los costes generados en la ejecución de la instalación se clasifican según:

- Costes Directos:
  - Mano de obra, incluyendo cargas y suplementos, que ejecuta las diferentes unidades de obra.
  - Los equipos, materiales y sistemas que garantizan la higiene y seguridad en la instalación, al precio establecido en la unidad de obra correspondiente.
  - Los costes de personal, agua, energía y combustible que se generan fruto de la realización de pruebas parciales y totales necesarias antes de la puesta en marcha de la caldera.
- Costes indirectos: Los gastos de personal vinculado a la instalación encargados de los aspectos técnicos y administrativos, seguros e imprevistos. La ejecución del presente proyecto no requiere otros gastos indirectos tales como instalación de un taller, un laboratorio o almacén para los obreros.
- Precio de ejecución material: Se obtiene sumando los costes directos y los indirectos.

- Beneficio industrial: Porcentaje establecido del precio de ejecución material.
- Costes generales: Gastos financieros o de empresa y tasaciones impuestas por la administración. Porcentaje definido del precio de ejecución material.
- IVA: El 21% de la suma de: Costes generales, beneficio industrial y precio de ejecución material.
- Precio de contrata: Es el resultado de la suma de las partidas anteriormente definidas.

#### Mejoras en obra de libre ejecución:

Si el instalador con supervisión del contratista aplicara cambios, siempre favorables, de cualquier índole en la obra, no podrá reclamar mayor importe o valía que el especificado en el contrato del proyecto.

#### Contradicción entre precios:

Únicamente puede darse contradicción entre precios cuando el propietario, a través del contratista, determine un cambio de unidades de obra o de calidad de las existentes, que será de obligado cumplimiento para el Instalador.

Si continúa dicha contradicción al no llegar a un acuerdo, el contratista y el instalador acudirán al cuadro de precios tomando el precio de la unidad de obra más similar y, por último, si persiste el desacuerdo, tomar como referencia el banco de precios de la localidad.

#### Reclamación en el incremento de precios:

Una vez firmado el contrato el instalador no podrá reclamar cualquier incremento de precio establecido en el cuadro de precios o señalado en el presupuesto de ejecución.

#### Pago:

El propietario deberá abonar, en el periodo de tiempo prefijado en el contrato, las partidas de ejecución ratificadas por el contratista.

Indemnización por demora injustificada:

El importe de la indemnización será un porcentaje del importe total de ejecución por cada día de demora o retraso a partir de la fecha preestablecida en el contrato.

**4. Condiciones técnicas particulares.**

Accesibilidad:

Todos los aparatos y equipos que componen la instalación se disponen en una zona con buena accesibilidad. En el presente proyecto, dichos elementos se instalarán en la sala de la caldera, con posibilidad de acceso desde el interior de la vivienda o desde el exterior, y espacio suficiente en el acceso permitiendo el paso de los equipos sin necesidad de desmontarlo en componentes.

Asimismo, la sala consta de la amplitud requerida para llevar a cabo las operaciones temporales de limpieza y mantenimiento.

Equipos y materiales:

Es necesario que todos los equipos, materiales y accesorios a instalar sean nuevos y cumplan con la marca, modelo, características técnicas y calidad exigida en el presente proyecto.

Los distintos aparatos y materiales deben llevar, en una zona visible, una etiqueta que certifique su modelo y marca.

Al realizar la compra, la empresa de suministro lleva los materiales hasta la sala de la caldera, el instalador lleva a cabo el montaje de los equipos, coloca los aparatos de regulación y accesorios de medida correspondientes y realiza las pruebas pertinentes para comprobar que la conexión de la instalación es correcta.

En caso de no completar la instalación en el mismo día, los materiales permanecen en la sala de la caldera, ya que dispone de espacio y protegido de las condiciones meteorológicas.

Suministro del material:

El Contratista debe especificar al propietario por escrito el tipo y número de materiales que se van a utilizar en el montaje y, tras su aceptación, queda permitido el comienzo de la instalación. Si alguno de los elementos no es el establecido anteriormente, se reemplaza.

Los equipos y materiales que forman parte de la instalación son suministrados por empresas con garantía de calidad, cumpliendo con las características técnicas que incorpora cada elemento.

Exigencia de seguridad en la generación de calor:

Al ser un sistema de generación de calor a partir de biomasa, la caldera consta de un dispositivo que detiene el proceso de combustión cuando la llama o el pellet que se quema dentro de la cámara retrocede.

Del mismo modo, evita que la llama pueda extenderse hasta la salida que conecta con el depósito de almacenamiento de pellet.

El equipo también integra otro dispositivo que detiene la combustión si se alcanzan temperaturas mayores a las de diseño, y un sistema o interruptor de flujo que permite la circulación del agua por el circuito antes de que exista combustión.

La válvula de seguridad que lleva equipada el depósito de inercia conecta con el sumidero para la descarga.

Ruido y vibraciones:

En ningún caso la instalación puede superar el nivel máximo admisible en cuanto a ruido o vibraciones al entrar en funcionamiento, independientemente de la potencia o capacidad de carga a la que trabaje.

El nivel máximo de ruido o vibraciones producidos durante la ejecución de la instalación como posteriormente bajo condiciones normales de utilización y mantenimiento, no superarán el nivel límite establecido en el DB-HR, cumpliendo por tanto con la normativa de protección frente al ruido.

### Generador de calor:

La caldera se debe disponer según la recomendación del fabricante asegurando su fijación al suelo, no siendo necesaria su colocación sobre bancada ni paramento lateral en el presente proyecto. En la zona que rodea la caldera debe existir espacio suficiente para realizar las labores de limpieza y mantenimiento cuando convenga.

Las uniones roscadas deben sellarse con juntas de estanqueidad consiguiendo de esta forma que las tuberías no ocasionen tensiones y esfuerzos a las conexiones a la caldera. Los extremos abiertos del circuito deben taponarse en caso de que se interrumpa la instalación.

### Tuberías y accesorios:

Las tuberías se disponen a escuadra siguiendo líneas paralelas tomando como referencia los elementos estructurales de la vivienda, excepto las pendientes necesarias en tramos horizontales, resultando en una disposición ordenada y con espacio suficiente entre la superficie exterior de la tubería y el resto de los elementos permitiendo maniobrar y reemplazar en caso de avería, sin intervenir en el resto del circuito.

Los cambios de dirección, conexiones y aumentos o reducciones de diámetro se realizarán con acoplamientos roscados o soldados que garanticen la estanqueidad de la tubería, y nunca forzando la tubería.

El radio de curvatura debe ser el máximo permitido por el espacio disponible. Las derivaciones deben disponerse de forma que exista un ángulo de 45° entre el eje de la tubería principal y el eje del ramal. La utilización de codos de 90° solo se permite para equilibrar el circuito o cuando el espacio disponible no es suficiente.

En ningún caso la tubería puede pasar a través de otros conductos o de la chimenea. Al atravesar un elemento estructural se realiza con pasamuros y el espacio existente entre la tubería y el manguito se rellena con masa plástica. El manguito pasamuros no puede tener una holgura mayor a 3cm con respecto al diámetro de la tubería con el aislante.

Los soportes garantizan la alineación y estabilidad de la tubería. Entre el soporte metálico y la tubería se coloca un material flexible, de apropiado espesor y dureza, con el objetivo de disminuir las vibraciones, corrosión y formación de condensaciones. En los soportes

colocados sobre tabiquería, no se debe soldar el soporte al tubo, sino que se sujetan con tornillos y tacos.

#### Uniones y conexiones:

El empalme entre tuberías se denomina unión y el acoplamiento entre tubería y equipos o aparatos, conexión.

La colocación de tuberías debe realizarse con las menores uniones posibles, y sin aprovechar para tramos rectos recortes de otra tubería. Las uniones entre tuberías se pueden realizar con acoplamiento roscado, junta elástica, con brida o compresión mecánica, garantizando su estanqueidad.

Las conexiones se deben llevar a cabo de forma que no transmitan esfuerzo alguno del equipo sobre la tubería, debido a las vibraciones y a su peso. Estas conexiones tienen la posibilidad de desmontarse para poder manipular el equipo en caso de avería o mantenimiento. Los accesorios que incorporan los aparatos, tales como válvulas o Sistemas de regulación y medida, se instalan en el circuito de distribución, sin llegar al tramo desmontable de esa conexión.

#### Relación con otros servicios:

La red de tuberías del circuito de distribución hidráulica debe respetar la reglamentación especificada en la normativa vigente, en cuanto a distancia mínima de seguridad que debe respetar con respecto al cruce de conductos o tuberías de otros servicios. Si no cumpliera esa distancia mínima, las tuberías deben protegerse con planchas o fundas en ese tramo determinado.

#### Elementos de control y regulación:

Todos los elementos de control y regulación deben tener la certificación y aprobación del fabricante de cumplir la funcionalidad para la cual han sido ejecutados en la instalación, según normativa vigente.

Aislamiento térmico:

El aislamiento térmico de los equipos, componentes y demás accesorios de la instalación se registrarán por los requisitos establecidos en el RITE. Del mismo modo, los materiales térmicos utilizados deben cumplir con la norma UNE 100171 de “Aislamiento térmico, materiales y colocación” del CTE.

El espesor del aislante utilizado se ajustará a los requisitos mínimos establecidos. Los elementos que incluyen aislamiento de fábrica llevarán el aislante escogido por el fabricante y cumplirá con la normativa.

Pruebas:

El instalador contará con los medios materiales y de personal para llevar a cabo las pruebas, tanto parciales como finales, en la instalación ejecutada, así como la verificación del material en el momento de recepción.

El procedimiento de las pruebas se ajusta a lo establecido en la Instrucción Técnica IT.2 Montaje del RITE. El contratista puede exigir las pruebas que considere oportunas realizadas a cargo de la empresa instaladora, debiendo estar presente ya que es necesaria su aprobación al procedimiento y a la ejecución final.

Disposición final:

Todos los requisitos especificados en el pliego junto con los documentos que constituyen el presente proyecto aportan la información suficiente con el fin de que los órganos competentes conozcan claramente el objeto y alcance de la instalación a ejecutar.

El contratista ejecutor del proyecto estará a disposición de cualquier entidad que requiera más información acerca de la instalación.

# DOCUMENTO Nº4. MEDICIONES

## MEDICIONES

| CÓDIGO | CONCEPTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | UD | LARGO | ANCHO | ALTO | PARCIAL         | CANTIDAD      |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|------|-----------------|---------------|
| 1      | <b>CALDERA DE PELLETT P4 FROLING DE 48 KW</b><br>Caldera de PELLETT P4 FROLING DE 48 KW. Equipada con Control Lambdatronic P 3200 con pantalla táctil e innovadora tecnología bus. Sistema WOS (sistema de optimización del rendimiento) para conseguir rendimientos máximos y para la limpieza automática del intercambiador de calor. Ventilador de humos silencioso con control de velocidad y funcionamiento para máxima seguridad operacional. Tolva para pellets de gran tamaño con alimentación automática de pellets y aislamiento acústico integrado. Puerta con sistema de enfriamiento del aire para el incremento de la eficiencia térmica y la disminución de las pérdidas de calor. Parrilla deslizante automática para la extracción de cenizas y un funcionamiento sin mantenimiento. Válvula de cierre del quemador certificada. Rendimiento: 94,0 %. Dimensiones (L-A-P) 1415x1900x740 mm. Peso Neto 760 kg. Monóxido de Carbono: 39 mg/m3. Hidrocarburos orgánicos: 1.5 mg/m3. Capacidad total depósito 170 L. Aislamiento multicapas para un máximo aislamiento térmico. Estructura especial del ciclón con aislamiento acústico incorporado para un funcionamiento prácticamente sin ruido. | UD | 1415  | 740   | 1900 | 1               |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>1,00</b>   |
| 2      | <b>SILO GEOBOX 21 SPEED</b><br>Silo Geobox 21 Speed. Equipado con bastidor de acero galvanizado regulable en altura. Cono de acero sin tornillos con sistema enchufable. Silo hecho de material plástico antiestático de alta resistencia. Volumen: 4,5-7,7 m3, Capacidad: 2,8-5,0 Tn. Altura: 180-250 cm. Dimensiones: 210x210 cm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | UD | 2100  | 2100  | 1800 | 1               |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>1,00</b>   |
| 3      | <b>CODO 90º AISLADO INOX/INOX D.INT.125mm</b><br>Instalación de codo de 90 ° de calefacción aislada de doble pared lisa de 125mm. de diámetro interior, fabricado interior y exteriormente en acero inoxidable, incluida abrazadera, para temperaturas de trabajo hasta 240°C en continuo, según normativa vigente, homologado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | UD |       |       |      | 9               |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>9,00</b>   |
| 4      | <b>DEPÓSITO DE INERCIA CON ACUMULADOR LAPESA G-260</b><br>Depósito de 260 L de capacidad para producción y acumulación de agua caliente sanitaria. Fabricados en acero vitrificado s/DIN 4753. Incorpora un sistema de serpentines desmontable, fabricado en acero inoxidable, como sistema de producción propia de ACS a través de una fuente calorífica externa que puede ser un circuito de caldera o paneles solares. Aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, libre de CFC. Dispone de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema de apoyo. Incorpora de serie equipo de protección catódica permanente "Lapesa Correx-up".<br>Presión máxima depósito: 6 bar. Temperatura máxima depósito de inercia: 100°C. Peso en vacío: 55 Kg. Diámetro exterior: 620 mm. Longitud total: 1240mm Incorpora un termómetro, un termostato regulable y los interruptores de marcha/baro. Totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                           | UD | 1240  | 620   |      | 1               |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>1,00</b>   |
| 5      | <b>TUBERÍA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN 22x1 mm</b><br>Tubería compuesta por un tubo de cobre de 12 mm en barra, según Norma UNE 53.960, para la red de distribución de calefacción por radiadores (sistema monotubo, bitubo y colectores), de diámetro interior 22 mm x 1 mm de espesor, Soporta temperaturas de trabajo de hasta 95°C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | M  |       |       |      | 136,65          |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>136,65</b> |
| 6      | <b>PANEL ADRA BAXI 2100 MODELO 22x2100 S</b><br>Radiador modelo BAXI 2100 de dimensiones 2100x400mm con una potencia calorífica de 2470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | UD | 2100  | 102   | 400  | 5               |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>5,00</b>   |
| 7      | <b>PANEL ADRA BAXI 1300 MODELO 22x1300 S</b><br>Radiador modelo BAXI 1300 de dimensiones 1300x400mm con una potencia calorífica de 1529 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | UD | 1300  | 102   | 400  | 19              |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>19,00</b>  |
| 8      | <b>PANEL ADRA BAXI 400 MODELO 22x400 S</b><br>Radiador modelo BAXI 400 de dimensiones 400x400mm con una potencia calorífica de 470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | UD | 400   | 102   | 400  | 7               |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>7,00</b>   |
| 9      | <b>TERMOSTATO AMBIENTE PROGRAMACIÓN</b><br>Termostato ambiente de 8° a 32°C, programación independiente del día de la semana, 6 cambios de nivel diarios con 3 niveles de temperatura ambiente: confort, actividad y reducido, totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | UD |       |       |      | 1               |               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |       |      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>1,00</b>   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------|
| <b>10 Bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |    |                              |
| Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la potencia integrada. Comodidad de manejo máxima gracias a la pantalla LED y a la tecnología de botón verde que incluye un botón para el modo de regulación y otro para las curvas características preajustadas. Instalación sencilla gracias a su construcción compacta, las conexiones eléctricas adaptables y las funciones de mantenimiento, como la purga. Caudal máximo: 3.7m3/h. Altura máxima de impulsión: 7.00m. Presión máxima de trabajo: 10 bar. Peso bruto aproximado: 1.9 Kg. Totalmente instalada. | UD | 1  | 1                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    | <u>1</u>                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    | <b><u>SUBTOTAL 1,00</u></b>  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |                              |
| <b>11 Vaso de expansión V018 18 L</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |    |                              |
| Vaso de expansión de 18 L de capacidad. Fabricante: Baxi-Roca. Para instalaciones de calefacción y ACS, protección anticorrosiva de materiales en contacto con agua, membrana no recambiable, fija. Precarga del vaso a 1,5bares. Incluye manómetro, totalmente instalado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | UD | 1  | 1                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    | <u>1</u>                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    | <b><u>SUBTOTAL 1,00</u></b>  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |                              |
| <b>12 Válvula termostática Roca</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |    |                              |
| Válvula termostática 1/2 de escuadra que regula la temperatura del radiador de forma independiente. Además de la válvula, el conjunto incluye detentor y adaptador de cobre. Incluye racor de conexión para tubería. Blanco con 99,8g de peso. Selección manual de temperatura regulable entre 1 – 30°C. Totalmente instalada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | UD | 31 | 31                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    | <u>31</u>                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    | <b><u>SUBTOTAL 31,00</u></b> |

---

## **DOCUMENTO Nº5. PRESUPUESTO**

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CANTIDAD | UD | CONCEPTO                           | PRECIO     | SUBTOTAL   | IMPORTE           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|------------------------------------|------------|------------|-------------------|
| <b>1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |    |                                    |            |            |                   |
| <b>UD CALDERA DE PELLET P4 FROLING DE 48 KW</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |    |                                    |            |            |                   |
| Caldera de PELLET P4 FROLING DE 48 KW. Equipada con Control Lambdatronic P 3200 con pantalla táctil e innovadora tecnología bus. Sistema WOS (sistema de optimización del rendimiento) para conseguir rendimientos máximos y para la limpieza automática del intercambiador de calor. Ventilador de humos silencioso con control de velocidad y funcionamiento para máxima seguridad operacional. Tolva para pellets de gran tamaño con alimentación automática de pellets y aislamiento acústico integrado. Puerta con sistema de enfriamiento del aire para el incremento de la eficiencia térmica y la disminución de las pérdidas de calor. Parrilla deslizante automática para la extracción de cenizas y un funcionamiento sin mantenimiento. Válvula de cierre del quemador certificada. Rendimiento: 94,0 %. Dimensiones (L-A-P) 1415x1900x740 mm. Peso Neto 760 kg. Monóxido de Carbono: 39 mg/m3. Hidrocarburos orgánicos: 1.5 mg/m3. Capacidad total depósito 170 L. Aislamiento multicapas para un máximo aislamiento térmico. Estructura especial del ciclón con aislamiento acústico incorporado para un funcionamiento prácticamente sin ruido. |          |    |                                    |            |            |                   |
| U01FY220                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2,80     | h  | Cuadrilla calefacción              | 32,25 €    | 90,30 €    |                   |
| U29ND005                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1        | ud | Caldera de pellet P4 Froling 48 KW | 5.231,69 € | 5.231,69 € |                   |
| Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |    |                                    |            |            | 5.321,99 €        |
| Costes indirectos .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |    |                                    |            |            | 3,00% 159,66 €    |
| <b>Total partida .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |    |                                    |            |            | <b>5.481,65 €</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |    |                       |            |            |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-----------------------|------------|------------|-------------------|
| <b>2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |    |                       |            |            |                   |
| <b>UD SILO GEOBOX 21 SPEED</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |    |                       |            |            |                   |
| Silo Geobox 21 Speed. Equipado con bastidor de acero galvanizado regulable en altura. Cono de acero sin tornillos con sistema enchufable. Silo hecho de material plástico antiestático de alta resistencia. Volumen: 4,5-7,7 m3, Capacidad: 2,8-5,0 Tn. Altura: 180-250 cm. Dimensiones: 210x210 cm. |     |    |                       |            |            |                   |
| U01FY220                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,8 | h  | Cuadrilla calefacción | 32,25 €    | 25,80 €    |                   |
| U29ZJ115                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1   | ud | Silo Geobox 21 Speed  | 2.127,22 € | 2.127,22 € |                   |
| Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |    |                       |            |            | 2.153,02 €        |
| Costes indirectos .....                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |    |                       |            |            | 3,00% 64,59 €     |
| <b>Total partida .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |    |                       |            |            | <b>2.217,61 €</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS DIECISIETE EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |    |                                            |         |         |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|--------------------------------------------|---------|---------|----------------|
| <b>3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |    |                                            |         |         |                |
| <b>UD CODO 90º AISLADO INOX/INOX D.INT.125mm</b>                                                                                                                                                                                                                               |      |    |                                            |         |         |                |
| Instalación de codo de 90 ° de calefacción aislada de doble pared lisa de 125mm. de diámetro interior, fabricado interior y exteriormente en acero inoxidable, incluida abrazadera, para temperaturas de trabajo hasta 240°C en continuo, según normativa vigente, homologado. |      |    |                                            |         |         |                |
| O01OB170                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,50 | h  | Oficial 1ª fontanero calefactor            | 25,68 € | 12,84 € |                |
| PC45125                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1    | ud | Codo 90º doble pared INOX D.INT.125mm 36,1 | 24,34 € | 24,34 € |                |
| Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                       |      |    |                                            |         |         | 37,18 €        |
| Costes indirectos .....                                                                                                                                                                                                                                                        |      |    |                                            |         |         | 3,00% 1,12 €   |
| <b>Total partida .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |      |    |                                            |         |         | <b>38,30 €</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |    |                                      |            |            |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|--------------------------------------|------------|------------|-------------------|
| <b>4</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |    |                                      |            |            |                   |
| <b>UD DEPÓSITO DE INERCIA CON ACUMULADOR LAPESA G-260</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |    |                                      |            |            |                   |
| Depósito de 260 L de capacidad para producción y acumulación de agua caliente sanitaria. Fabricados en acero vitrificado s/DIN 4753. Incorpora un sistema de serpentines desmontable, fabricado en acero inoxidable, como sistema de producción propia de ACS a través de una fuente calórica externa que puede ser un circuito de caldera o paneles solares. Aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, libre de CFC. Dispone de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema de apoyo. Incorpora de serie equipo de protección catódica permanente "Lapesa Correx-up". Presión máxima depósito: 6 bar. Temperatura máxima depósito de inercia: 100°C. Peso en vacío: 55 Kg. Diámetro exterior: 620 mm. Longitud total: 1240mm Incorpora un termómetro, un termostato regulable y los interruptores de marcha/paro. Totalmente instalado. |      |    |                                      |            |            |                   |
| U01FY220                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5,00 | h  | Cuadrilla calefacción                | 32,25 €    | 161,25 €   |                   |
| U29TA095                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1    | ud | DEPÓSITO INERCIA BT DUO 250L         | 1.297,14 € | 1.297,14 € |                   |
| U28AA105                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4,00 | m  | Tuber.acero negro soldado 1 1/2"     | 5,65 €     | 22,60 €    |                   |
| U28AA102                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4,00 | m  | Tubería acero negro soldado 3/4"     | 2,65 €     | 10,60 €    |                   |
| U28DR104                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1    | ud | Válvula seguridad s/manómetro 1 1/4" | 39,07 €    | 39,07 €    |                   |
| Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |    |                                      |            |            | 1.530,66 €        |
| Costes indirectos .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |    |                                      |            |            | 3,00% 45,92 €     |
| <b>Total partida .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |    |                                      |            |            | <b>1.576,58 €</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

**5 UD TUBERÍA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN 22x1 mm**

Tubería compuesta por un tubo de cobre de 12 mm en barra, según Norma UNE 53.960, para la red de distribución de calefacción por radiadores (sistema monotubo, bitubo y colectores), de diámetro interior 22 mm x 1 mm de espesor, Soporta temperaturas de trabajo de hasta 95°C

|                            |        |                                 |               |        |
|----------------------------|--------|---------------------------------|---------------|--------|
| U01FY205                   | 0,05 h | Oficial 1ª fontanero calefactor | 25,68 €       | 1,28 € |
| U01FY208                   | 0,10 h | Oficial 1ª soldador tubero      | 32,87 €       | 3,29 € |
| U28AW150                   | 1,00 m | Tubería 22x1,00 mm              | 3,27 €        | 3,27 € |
|                            |        |                                 | <hr/>         |        |
| Suma de la partida .....   |        |                                 | 7,84 €        |        |
| Costes indirectos .....    |        |                                 | 3,00% 0,24 €  |        |
|                            |        |                                 | <hr/>         |        |
| <b>Total partida .....</b> |        |                                 | <b>8,08 €</b> |        |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con OCHO CÉNTIMOS.

**6 UD PANEL ADRA BAXI 2100 MODELO 22x2100 S**

Radiador modelo BAXI 2100 de dimensiones 2100x400mm con una potencia calorífica de 2470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.

|                            |        |                                   |                 |          |
|----------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------|----------|
| U01FY205                   | 0,75 h | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 25,68 €         | 19,26 €  |
| U01FY208                   | 0,75 h | Ayudante calefacción              | 13,50 €         | 10,13 €  |
| U29VG263                   | 1 ud   | Panel ADRA BAXI 2100. M 22x2100 S | 311,15 €        | 311,15 € |
| U29VN020                   | 1 ud   | Purgador radiador manual BAXI     | 2,56 €          | 2,56 €   |
| U29VN032                   | 1 ud   | Soporte BAXI panel para alicatado | 1,08 €          | 1,08 €   |
| U29VN050                   | 1 ud   | Detentor BAXI 3/8" recto          | 4,37 €          | 4,37 €   |
|                            |        |                                   | <hr/>           |          |
| Suma de la partida .....   |        |                                   | 348,55 €        |          |
| Costes indirectos .....    |        |                                   | 3,00% 10,46 €   |          |
|                            |        |                                   | <hr/>           |          |
| <b>Total partida .....</b> |        |                                   | <b>359,00 €</b> |          |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CERO CÉNTIMOS.

**7 UD PANEL ADRA BAXI 1300 MODELO 22x1300 S**

Radiador modelo BAXI 1300 de dimensiones 1300x400mm con una potencia calorífica de 1529 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.

|                            |        |                                   |                 |          |
|----------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------|----------|
| U01FY205                   | 0,75 h | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 25,68 €         | 19,26 €  |
| U01FY208                   | 0,75 h | Ayudante calefacción              | 13,50 €         | 10,13 €  |
| U29VG263                   | 1 ud   | Panel ADRA BAXI 2100. M 22x2100 S | 133,00 €        | 133,00 € |
| U29VN020                   | 1 ud   | Purgador radiador manual BAXI     | 2,56 €          | 2,56 €   |
| U29VN032                   | 1 ud   | Soporte BAXI panel para alicatado | 1,08 €          | 1,08 €   |
| U29VN050                   | 1 ud   | Detentor BAXI 3/8" recto          | 4,37 €          | 4,37 €   |
|                            |        |                                   | <hr/>           |          |
| Suma de la partida .....   |        |                                   | 170,40 €        |          |
| Costes indirectos .....    |        |                                   | 3,00% 5,11 €    |          |
|                            |        |                                   | <hr/>           |          |
| <b>Total partida .....</b> |        |                                   | <b>175,51 €</b> |          |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS.

**8 UD PANEL ADRA BAXI 400 MODELO 22x400 S**

Radiador modelo BAXI 400 de dimensiones 400x400mm con una potencia calorífica de 470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.

|                            |        |                                   |                |         |
|----------------------------|--------|-----------------------------------|----------------|---------|
| U01FY205                   | 0,75 h | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 25,68 €        | 19,26 € |
| U01FY208                   | 0,75 h | Ayudante calefacción              | 13,50 €        | 10,13 € |
| U29VG263                   | 1 ud   | Panel ADRA BAXI 2100. M 22x2100 S | 59,00 €        | 59,00 € |
| U29VN020                   | 1 ud   | Purgador radiador manual BAXI     | 2,56 €         | 2,56 €  |
| U29VN032                   | 1 ud   | Soporte BAXI panel para alicatado | 1,08 €         | 1,08 €  |
| U29VN050                   | 1 ud   | Detentor BAXI 3/8" recto          | 4,37 €         | 4,37 €  |
|                            |        |                                   | <hr/>          |         |
| Suma de la partida .....   |        |                                   | 96,40 €        |         |
| Costes indirectos .....    |        |                                   | 3,00% 2,89 €   |         |
|                            |        |                                   | <hr/>          |         |
| <b>Total partida .....</b> |        |                                   | <b>99,29 €</b> |         |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y NUEVE EUROS con VEINTI NUEVE CÉNTIMOS.

**9 UD TERMOSTATO AMBIENTE PROGRAMACIÓN**

Termostato ambiente de 8° a 32°C, programación independiente del día de la semana, 6 cambios de nivel diarios con 3 niveles de temperatura ambiente: confort, actividad y reducido, totalmente instalado.

|          |        |                                       |                            |                |
|----------|--------|---------------------------------------|----------------------------|----------------|
| U01FY205 | 0,50 h | Oficial 1ª fontanero calefactor       | 25,68 €                    | 12,84 €        |
| U28WA010 | 1 ud   | Termostato ambiente programable TX200 | 69,00 €                    | 69,00 €        |
|          |        |                                       | <hr/>                      |                |
|          |        |                                       | Suma de la partida .....   | 81,84 €        |
|          |        |                                       | Costes indirectos .....    | 3,00% 2,46 €   |
|          |        |                                       | <hr/>                      |                |
|          |        |                                       | <b>Total partida .....</b> | <b>84,30 €</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS.

**10 UD Bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130**

Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la potencia integrada. Comodidad de manejo máxima gracias a la pantalla LED y a la tecnología de botón verde que incluye un botón para el modo de regulación y otro para las curvas características preajustadas. Instalación sencilla gracias a su construcción compacta, las conexiones eléctricas adaptables y las funciones de mantenimiento, como la purga. Caudal máximo: 3.7m3/h. Altura máxima de impulsión: 7.00m. Presión máxima de trabajo: 10 bar. Peso bruto aproximado: 1.9 Kg. Totalmente instalada.

|          |        |                                   |                            |                   |
|----------|--------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------|
| U01FY205 | 1,50 h | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 25,68 €                    | 38,52 €           |
| U01FY208 | 1,50 h | Ayudante calefacción              | 13,50 €                    | 20,25 €           |
| W14BF060 | 1 ud   | Bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130 | 1.125,63 €                 | 1.125,63 €        |
| P88VF112 | 1 ud   | Válvula esfera 3/4"               | 9,87 €                     | 9,87 €            |
| Q66HS458 | 1 ud   | Manómetro                         | 12,56 €                    | 12,56 €           |
|          |        |                                   | <hr/>                      |                   |
|          |        |                                   | Suma de la partida .....   | 1.206,83 €        |
|          |        |                                   | Costes indirectos .....    | 3,00% 36,20 €     |
|          |        |                                   | <hr/>                      |                   |
|          |        |                                   | <b>Total partida .....</b> | <b>1.243,03 €</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con TRES CÉNTIMOS.

**11 UD VASO DE EXPANSIÓN V018 18 L**

Vaso de expansión de 18 L de capacidad. Fabricante: Baxi-Roca. Para instalaciones de calefacción y ACS, protección anticorrosiva de materiales en contacto con agua, membrana no recambiable, fija. Precarga del vaso a 1,5bares. Incluye manómetro, totalmente instalado y funcionando.

|          |        |                                 |                            |                |
|----------|--------|---------------------------------|----------------------------|----------------|
| U01FY205 | 0,75 h | Oficial 1ª fontanero calefactor | 25,68 €                    | 19,26 €        |
| U01FY208 | 0,75 h | Ayudante calefacción            | 13,50 €                    | 10,13 €        |
| V17HG050 | 1 ud   | Vaso de expansión V018 18 L     | 51,04 €                    | 51,04 €        |
|          |        |                                 | <hr/>                      |                |
|          |        |                                 | Suma de la partida .....   | 80,43 €        |
|          |        |                                 | Costes indirectos .....    | 3,00% 2,41 €   |
|          |        |                                 | <hr/>                      |                |
|          |        |                                 | <b>Total partida .....</b> | <b>82,84 €</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

**12 UD VÁLVULA TERMOESTÁTICA BAXI-ROCA**

Válvula termostática 1/2 de escuadra que regula la temperatura del radiador de forma independiente. Además de la válvula, el conjunto incluye detentor y adaptador de cobre. Incluye racor de conexión para tubería. Blanco con 99,8g de peso. Selección manual de temperatura regulable entre 1 – 30°C. Totalmente instalada.

|          |        |                                           |                            |                |
|----------|--------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------|
| U01FY208 | 0,15 h | Ayudante calefacción                      | 13,50 €                    | 2,03 €         |
| V58bc754 | 1 ud   | Válvula termostática BAXI-ROCA ½ escuadra | 19,57 €                    | 19,57 €        |
|          |        |                                           | <hr/>                      |                |
|          |        |                                           | Suma de la partida .....   | 21,60 €        |
|          |        |                                           | Costes indirectos .....    | 3,00% 0,65 €   |
|          |        |                                           | <hr/>                      |                |
|          |        |                                           | <b>Total partida .....</b> | <b>22,24 €</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTI DOS EUROS con VEINTI CUATRO CÉNTIMOS.

## CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO                                                                      | CONCEPTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | UD | PRECIO            |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------|
| 1                                                                           | <p><b>CALDERA DE PELLET P4 FROLING DE 48 KW</b></p> <p>Caldera de PELLET P4 FROLING DE 48 KW. Equipada con Control Lambdatronic P 3200 con pantalla táctil e innovadora tecnología bus. Sistema WOS (sistema de optimización del rendimiento) para conseguir rendimientos máximos y para la limpieza automática del intercambiador de calor. Ventilador de humos silencioso con control de velocidad y funcionamiento para máxima seguridad operacional. Tolva para pellets de gran tamaño con alimentación automática de pellets y aislamiento acústico integrado. Puerta con sistema de enfriamiento del aire para el incremento de la eficiencia térmica y la disminución de las pérdidas de calor. Parrilla deslizante automática para la extracción de cenizas y un funcionamiento sin mantenimiento. Válvula de cierre del quemador certificada. Rendimiento: 94,0 %. Dimensiones (L-A-P) 1415x1900x740 mm. Peso Neto 760 kg. Monóxido de Carbono: 39 mg/m3. Hidrocarburos orgánicos: 1.5 mg/m3. Capacidad total depósito 170 L. Aislamiento multicapas para un máximo aislamiento térmico. Estructura especial del ciclón con aislamiento acústico incorporado para un funcionamiento prácticamente sin ruido.</p> | ud | <u>5.481,65 €</u> |
| CINCO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS.    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                   |
| 2                                                                           | <p><b>SILO GEOBOX 21 SPEED</b></p> <p>Silo Geobox 21 Speed. Equipado con bastidor de acero galvanizado regulable en altura. Cono de acero sin tornillos con sistema enchufable. Silo hecho de material plástico antiestático de alta resistencia. Volumen: 4,5-7,7 m3, Capacidad: 2,8-5,0 Tn. Altura: 180-250 cm. Dimensiones: 210x210 cm.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ud | <u>2.217,61 €</u> |
| DOS MIL DOSCIENTOS DIECISIETE EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS.              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                   |
| 3                                                                           | <p><b>CODO 90º AISLADO INOX/INOX D.INT.125mm</b></p> <p>Instalación de codo de 90 ° de calefacción aislada de doble pared lisa de 125mm. de diámetro interior, fabricado interior y exteriormente en acero inoxidable, incluida abrazadera, para temperaturas de trabajo hasta 240°C en continuo, según normativa vigente, homologado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ud | <u>38,30 €</u>    |
| TREINTA Y OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                   |
| 4                                                                           | <p><b>DEPÓSITO DE INERCIA CON ACUMULADOR LAPESA G-260</b></p> <p>Depósito de 260 L de capacidad para producción y acumulación de agua caliente sanitaria. Fabricados en acero vitrificado s/DIN 4753. Incorpora un sistema de serpentines desmontable, fabricado en acero inoxidable, como sistema de producción propia de ACS a través de una fuente calórica externa que puede ser un circuito de caldera o paneles solares. Aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, libre de CFC. Dispone de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema de apoyo. Incorpora de serie equipo de protección catódica permanente "Lapesa Correx-up".<br/>Presión máxima depósito: 6 bar. Temperatura máxima depósito de inercia: 100°C. Peso en vacío: 55 Kg. Diámetro exterior: 620 mm. Longitud total: 1240mm Incorpora un termómetro, un termostato regulable y los interruptores de marcha/paro. Totalmente instalado.</p>                                                                                                                                                                                                                          | ud | <u>1.576,58 €</u> |
| MIL QUINIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                   |
| 5                                                                           | <p><b>TUBERÍA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN 22x1 mm</b></p> <p>Tubería compuesta por un tubo de cobre de 12 mm en barra, según Norma UNE 53.960, para la red de distribución de calefacción por radiadores (sistema monotubo, bitubo y colectores), de diámetro interior 22 mm x 1 mm de espesor, Soporta temperaturas de trabajo de hasta 95°C</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | m  | <u>8,08 €</u>     |
| OCHO EUROS con OCHO CÉNTIMOS                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                   |
| 6                                                                           | <p><b>PANEL ADRA BAXI 2100 MODELO 22x2100 S</b></p> <p>Radiador modelo BAXI 2100 de dimensiones 2100x400mm con una potencia calorífica de 2470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ud | <u>359,00 €</u>   |
| TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CERO CÉNTIMOS                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                   |

- 7 PANEL ADRA BAXI 1300 MODELO 22x1300 S** ud 175,51 €
- Radiador modelo BAXI 1300 de dimensiones 1300x400mm con una potencia calorífica de 1529 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.

CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

- 8 PANEL ADRA BAXI 400 MODELO 22x400 S** ud 99,29 €
- Radiador modelo BAXI 400 de dimensiones 400x400mm con una potencia calorífica de 470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.

NOVENTA Y NUEVE EUROS con VEINTI NUEVE CÉNTIMOS

- 9 TERMOSTATO AMBIENTE PROGRAMACIÓN** ud 84,30 €
- Termostato ambiente de 8° a 32°C, programación independiente del día de la semana, 6 cambios de nivel diarios con 3 niveles de temperatura ambiente: confort, actividad y reducido, totalmente instalado.

OCHENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

- 10 Bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130** ud 1.243,03 €
- Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la potencia integrada. Comodidad de manejo máxima gracias a la pantalla LED y a la tecnología de botón verde que incluye un botón para el modo de regulación y otro para las curvas características preajustadas. Instalación sencilla gracias a su construcción compacta, las conexiones eléctricas adaptables y las funciones de mantenimiento, como la purga. Caudal máximo: 3.7m<sup>3</sup>/h. Altura máxima de impulsión: 7.00m. Presión máxima de trabajo: 10 bar. Peso bruto aproximado: 1.9 Kg. Totalmente instalada.

MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con TRES CÉNTIMOS

- 11 Vaso de expansión V018 18 L** ud 82,84 €
- Vaso de expansión de 18 L de capacidad. Fabricante: Baxi-Roca. Para instalaciones de calefacción y ACS, protección anticorrosiva de materiales en contacto con agua, membrana no recambiable, fija. Precarga del vaso a 1,5bares. Incluye manómetro, totalmente instalado y funcionando.

OCHENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

- 12 Válvula termostática Roca** ud 22,24 €
- Válvula termostática 1/2 de escuadra que regula la temperatura del radiador de forma independiente. Además de la válvula, el conjunto incluye detentor y adaptador de cobre. Incluye racor de conexión para tubería. Blanco con 99,8g de peso. Selección manual de temperatura regulable entre 1 – 30°C. Totalmente instalada.

VEINTI DOS EUROS con VEINTI CUATRO CÉNTIMOS

## CUADRO DE PRECIOS 2

| CÓDIGO | CONCEPTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | UD | PRECIO            |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------|
| 1      | <b>CALDERA DE PELLET P4 FROLING DE 48 KW</b><br>Caldera de PELLET P4 FROLING DE 48 KW. Equipada con Control Lambdatronic P 3200 con pantalla táctil e innovadora tecnología bus. Sistema WOS (sistema de optimización del rendimiento) para conseguir rendimientos máximos y para la limpieza automática del intercambiador de calor. Ventilador de humos silencioso con control de velocidad y funcionamiento para máxima seguridad operacional. Tolva para pellets de gran tamaño con alimentación automática de pellets y aislamiento acústico integrado. Puerta con sistema de enfriamiento del aire para el incremento de la eficiencia térmica y la disminución de las pérdidas de calor. Parrilla deslizante automática para la extracción de cenizas y un funcionamiento sin mantenimiento. Válvula de cierre del quemador certificada. Rendimiento: 94,0 %. Dimensiones (L-A-P) 1415x1900x740 mm. Peso Neto 760 kg. Monóxido de Carbono: 39 mg/m3. Hidrocarburos orgánicos: 1.5 mg/m3. Capacidad total depósito 170 L. Aislamiento multicapas para un máximo aislamiento térmico. Estructura especial del ciclón con aislamiento acústico incorporado para un funcionamiento prácticamente sin ruido. | ud |                   |
|        | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | 90,30 €           |
|        | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    | <u>5.231,69 €</u> |
|        | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    | 5.321,99 €        |
|        | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    | <u>159,66 €</u>   |
|        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    | <b>5.481,65 €</b> |
| 2      | <b>SILO GEOBOX 21 SPEED</b><br>Silo Geobox 21 Speed. Equipado con bastidor de acero galvanizado regulable en altura. Cono de acero sin tornillos con sistema enchufable. Silo hecho de material plástico antiestático de alta resistencia. Volumen: 4,5-7,7 m3, Capacidad: 2,8-5,0 Tn. Altura: 180-250 cm. Dimensiones: 210x210 cm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ud |                   |
|        | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | 25,80 €           |
|        | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    | <u>2.127,22 €</u> |
|        | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    | 2.153,02 €        |
|        | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    | <u>64,59 €</u>    |
|        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    | <b>2.217,61 €</b> |
| 3      | <b>CODO 90º AISLADO INOX/INOX D.INT.125mm</b><br>Instalación de codo de 90 ° de calefacción aislada de doble pared lisa de 125mm. de diámetro interior, fabricado interior y exteriormente en acero inoxidable, incluida abrazadera, para temperaturas de trabajo hasta 240°C en continuo, según normativa vigente, homologado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ud |                   |
|        | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | 12,84 €           |
|        | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    | <u>24,34 €</u>    |
|        | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    | 37,18 €           |
|        | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    | <u>1,12 €</u>     |
|        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    | <b>38,30 €</b>    |
| 4      | <b>DEPÓSITO DE INERCIA CON ACUMULADOR LAPESA G-260</b><br>Depósito de 260 L de capacidad para producción y acumulación de agua caliente sanitaria. Fabricados en acero vitrificado s/DIN 4753. Incorpora un sistema de serpentines desmontable, fabricado en acero inoxidable, como sistema de producción propia de ACS a través de una fuente calórica externa que puede ser un circuito de caldera o paneles solares. Aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, libre de CFC. Dispone de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema de apoyo. Incorpora de serie equipo de protección catódica permanente "Lapesa Correx-up".<br>Presión máxima depósito: 6 bar. Temperatura máxima depósito de inercia: 100°C.<br>Peso en vacío: 55 Kg. Diámetro exterior: 620 mm. Longitud total: 1240mm Incorpora un termómetro, un termostato regulable y los interruptores de marcha/paro.<br>Totalmente instalado                                                                                                                                                                                                                      | ud |                   |
|        | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | 161,25 €          |
|        | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    | <u>1.369,41 €</u> |
|        | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    | 1.530,66 €        |
|        | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    | <u>45,92 €</u>    |
|        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    | <b>1.576,58 €</b> |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |                 |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------|
| <b>5</b> | <b>TUBERÍA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN 22x1 mm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | m  |                 |
|          | Tubería compuesta por un tubo de cobre de 12 mm en barra, según Norma UNE 53.960, para la red de distribución de calefacción por radiadores (sistema monotubo, bitubo y colectores), de diámetro interior 22 mm x 1 mm de espesor, Soporta temperaturas de trabajo de hasta 95°C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                 |
|          | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | 4,57 €          |
|          | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | <u>3,27 €</u>   |
|          | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | 7,84 €          |
|          | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    | <u>0,24 €</u>   |
|          | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | <b>8,08 €</b>   |
| <b>6</b> | <b>PANEL ADRA BAXI 2100 MODELO 22x2100 S</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ud |                 |
|          | Radiador modelo BAXI 2100 de dimensiones 2100x400mm con una potencia calorífica de 2470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión. |    |                 |
|          | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | 29,39 €         |
|          | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | <u>319,16 €</u> |
|          | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | 348,55 €        |
|          | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    | <u>10,46 €</u>  |
|          | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | <b>359,00 €</b> |
| <b>7</b> | <b>PANEL ADRA BAXI 1300 MODELO 22x1300 S</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ud |                 |
|          | Radiador modelo BAXI 1300 de dimensiones 1300x400mm con una potencia calorífica de 1529 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión. |    |                 |
|          | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | 29,39 €         |
|          | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | <u>141,01 €</u> |
|          | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | 170,40 €        |
|          | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    | <u>5,11 €</u>   |
|          | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | <b>175,51 €</b> |
| <b>8</b> | <b>PANEL ADRA BAXI 400 MODELO 22x400 S</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ud |                 |
|          | Radiador modelo BAXI 400 de dimensiones 400x400mm con una potencia calorífica de 470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.    |    |                 |
|          | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | 29,39 €         |
|          | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | <u>67,01 €</u>  |
|          | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | 96,40 €         |
|          | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    | <u>2,89 €</u>   |
|          | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | <b>99,29 €</b>  |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>9</b>  | <b>TERMOSTATO AMBIENTE PROGRAMACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ud                |
|           | Termostato ambiente de 8° a 32°C, programación independiente del día de la semana, 6 cambios de nivel diarios con 3 niveles de temperatura ambiente: confort, actividad y reducido, totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |
|           | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12,84 €           |
|           | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <u>69,00 €</u>    |
|           | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 81,84 €           |
|           | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <u>2,46 €</u>     |
|           | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>84,30 €</b>    |
| <b>10</b> | <b>Bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ud                |
|           | Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la potencia integrada. Comodidad de manejo máxima gracias a la pantalla LED y a la tecnología de botón verde que incluye un botón para el modo de regulación y otro para las curvas características preajustadas. Instalación sencilla gracias a su construcción compacta, las conexiones eléctricas adaptables y las funciones de mantenimiento, como la purga. Caudal máximo: 3.7m3/h. Altura máxima de impulsión: 7.00m. Presión máxima de trabajo: 10 bar. Peso bruto aproximado: 1.9 Kg. Totalmente instalada. |                   |
|           | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 58,77 €           |
|           | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <u>1.148,06 €</u> |
|           | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.206,83 €        |
|           | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <u>36,20 €</u>    |
|           | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>1.243,03 €</b> |
| <b>11</b> | <b>Vaso de expansión V018 18 L</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ud                |
|           | Vaso de expansión de 18 L de capacidad. Fabricante: Baxi-Roca. Para instalaciones de calefacción y ACS, protección anticorrosiva de materiales en contacto con agua, membrana no recambiable, fija. Precarga del vaso a 1,5bares. Incluye manómetro, totalmente instalado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |
|           | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 29,39 €           |
|           | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <u>51,04 €</u>    |
|           | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 80,43 €           |
|           | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <u>2,41 €</u>     |
|           | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>82,84 €</b>    |
| <b>12</b> | <b>Válvula termostática Roca</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ud                |
|           | Válvula termostática 1/2 de escuadra que regula la temperatura del radiador de forma independiente. Además de la válvula, el conjunto incluye detentor y adaptador de cobre. Incluye racor de conexión para tubería. Blanco con 99,8g de peso. Selección manual de temperatura regulable entre 1 – 30°C. Totalmente instalada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |
|           | Mano de obra .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,03 €            |
|           | Resto de obra y materiales .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <u>19,57 €</u>    |
|           | Suma de la partida .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 21,60 €           |
|           | Costes indirectos 3%.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <u>0,65 €</u>     |
|           | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>22,24 €</b>    |

## PRESUPUESTO

| CÓDIGO | CONCEPTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | UD | CANTIDAD      | PRECIO            | IMPORTE    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------|-------------------|------------|
| 1      | <p><b>CALDERA DE PELLET P4 FROLING DE 48 KW</b></p> <p>Caldera de PELLET P4 FROLING DE 48 KW. Equipada con Control Lambdatronic P 3200 con pantalla táctil e innovadora tecnología bus. Sistema WOS (sistema de optimización del rendimiento) para conseguir rendimientos máximos y para la limpieza automática del intercambiador de calor. Ventilador de humos silencioso con control de velocidad y funcionamiento para máxima seguridad operacional. Tolva para pellets de gran tamaño con alimentación automática de pellets y aislamiento acústico integrado. Puerta con sistema de enfriamiento del aire para el incremento de la eficiencia térmica y la disminución de las pérdidas de calor. Parrilla deslizante automática para la extracción de cenizas y un funcionamiento sin mantenimiento. Válvula de cierre del quemador certificada. Rendimiento: 94,0 %. Dimensiones (L-A-P) 1415x1900x740 mm. Peso Neto 760 kg. Monóxido de Carbono: 39 mg/m3.Hidrocarburos orgánicos: 1.5 mg/m3. Capacidad total depósito 170 L. Aislamiento multicapas para un máximo aislamiento térmico. Estructura especial del ciclón con aislamiento acústico incorporado para un funcionamiento prácticamente sin ruido.</p> | ud |               |                   |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | <b>1,00</b>   | <b>5.481,65 €</b> | 5.481,65 € |
| 2      | <p><b>SILO GEOBOX 21 SPEED</b></p> <p>Silo Geobox 21 Speed. Equipado con bastidor de acero galvanizado regulable en altura. Cono de acero sin tornillos con sistema enchufable. Silo hecho de material plástico antiestático de alta resistencia. Volumen: 4,5-7,7 m3, Capacidad: 2,8-5,0 Tn. Altura: 180-250 cm. Dimensiones: 210x210 cm.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ud |               |                   |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | <b>1,00</b>   | <b>2.217,61 €</b> | 2.217,61 € |
| 3      | <p><b>CODO 90º AISLADO INOX/INOX D.INT.125mm</b></p> <p>Instalación de codo de 90 ° de calefacción aislada de doble pared lisa de 125mm. de diámetro interior, fabricado interior y exteriormente en acero inoxidable, incluida abrazadera, para temperaturas de trabajo hasta 240°C en continuo, según normativa vigente, homologado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ud |               |                   |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | <b>9,00</b>   | <b>38,30 €</b>    | 344,66 €   |
| 4      | <p><b>DEPÓSITO DE INERCIA CON ACUMULADOR LAPESA G-260</b></p> <p>Depósito de 260 L de capacidad para producción y acumulación de agua caliente sanitaria. Fabricados en acero vitrificado s/DIN 4753. Incorpora un sistema de serpentines desmontable, fabricado en acero inoxidable, como sistema de producción propia de ACS a través de una fuente calórica externa que puede ser un circuito de caldera o paneles solares. Aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, libre de CFC. Dispone de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema de apoyo. Incorpora de serie equipo de protección catódica permanente "Lapesa Correx-up".<br/>Presión máxima depósito: 6 bar. Temperatura máxima depósito de inercia: 100°C. Peso en vacío: 55 Kg. Diámetro exterior: 620 mm. Longitud total: 1240mm Incorpora un termómetro, un termostato regulable y los interruptores de marcha/paro.<br/>Totalmente instalado</p>                                                                                                                                                                                                                      | ud |               |                   |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | <b>1,00</b>   | <b>1.576,58 €</b> | 1.576,58 € |
| 5      | <p><b>TUBERÍA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN 22x1 mm</b></p> <p>Tubería compuesta por un tubo de cobre de 12 mm en barra, según Norma UNE 53.960, para la red de distribución de calefacción por radiadores (sistema monotubo,bitubo y colectores), de diámetro interior 22 mm x 1 mm de espesor, Soporta temperaturas de trabajo de hasta 95°C</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | m  |               |                   |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | <b>136,50</b> | <b>8,08 €</b>     | 1.102,41 € |
| 6      | <p><b>PANEL ADRA BAXI 2100 MODELO 22x2100 S</b></p> <p>Radiador modelo BAXI 2100 de dimensiones 2100x400mm con una potencia calorífica de 2470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ud |               |                   |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | <b>5,00</b>   | <b>359,00 €</b>   | 1.795,01 € |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |              |                   |                    |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------|-------------------|--------------------|
| <b>7</b>                                              | <b>PANEL ADRA BAXI 1300 MODELO 22x1300 S</b><br>Radiador modelo BAXI 1300 de dimensiones 1300x400mm con una potencia calorífica de 1529 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión. | ud | <b>19,00</b> | <b>175,51 €</b>   | <b>3.334,63 €</b>  |
| <b>8</b>                                              | <b>PANEL ADRA BAXI 400 MODELO 22x400 S</b><br>Radiador modelo BAXI 400 de dimensiones 400x400mm con una potencia calorífica de 470 W. Fabricados a partir de plancha de acero con gran capacidad de transmisión de calor. Con una profundidad de 102mm, disponibles en 4 alturas (40, 50, 60 y 70cm) y con diversas longitudes se adaptan a los requisitos de cada instalación. Pueden ser instalados de forma indistinta en bitubo o monotubo, con total funcionalidad en todo tipo de instalaciones. Tapones, juntas, distribuidor monotubo integrado, purgador y soportes incluidos. Todos los accesorios necesarios para una correcta instalación. Recubrimiento base por cataforesis y polvo epoxi-poliéster color blanco RAL 9016, un excelente acabado muy resistente a la corrosión.     | ud | <b>7,00</b>  | <b>99,29 €</b>    | <b>695,01 €</b>    |
| <b>9</b>                                              | <b>TERMOSTATO AMBIENTE PROGRAMACIÓN</b><br>Termostato ambiente de 8° a 32°C, programación independiente del día de la semana, 6 cambios de nivel diarios con 3 niveles de temperatura ambiente: confort, actividad y reducido, totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ud | <b>1,00</b>  | <b>84,30 €</b>    | <b>84,30 €</b>     |
| <b>10</b>                                             | <b>Bomba Wilo-Varios PICO 25/1-7-130</b><br>Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la potencia integrada. Comodidad de manejo máxima gracias a la pantalla LED y a la tecnología de botón verde que incluye un botón para el modo de regulación y otro para las curvas características preajustadas. Instalación sencilla gracias a su construcción compacta, las conexiones eléctricas adaptables y las funciones de mantenimiento, como la purga. Caudal máximo: 3.7m3/h. Altura máxima de impulsión: 7.00m. Presión máxima de trabajo: 10 bar. Peso bruto aproximado: 1.9 Kg. Totalmente instalada.                                                                                                               | ud | <b>1,00</b>  | <b>1.243,03 €</b> | <b>1.243,03 €</b>  |
| <b>11</b>                                             | <b>Vaso de expansión V018 18 L</b><br>Vaso de expansión de 18 L de capacidad. Fabricante: Baxi-Roca. Para instalaciones de calefacción y ACS, protección anticorrosiva de materiales en contacto con agua, membrana no recambiable, fija. Precarga del vaso a 1,5bares. Incluye manómetro, totalmente instalado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ud | <b>1,00</b>  | <b>82,84 €</b>    | <b>82,84 €</b>     |
| <b>12</b>                                             | <b>Válvula termostática Roca</b><br>Válvula termostática 1/2 de escuadra que regula la temperatura del radiador de forma independiente. Además de la válvula, el conjunto incluye detentor y adaptador de cobre. Incluye racor de conexión para tubería. Blanco con 99,8g de peso. Selección manual de temperatura regulable entre 1 – 30°C. Totalmente instalada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ud | <b>31,00</b> | <b>22,24 €</b>    | <b>689,53 €</b>    |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL .....</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |              |                   | <b>18.647,25 €</b> |
| 13,00 % Gstos generales .....                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |              |                   | 2.424,14 €         |
| 6,00 % Beneficio industrial .....                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |              |                   | 1.118,83 €         |
| Suma de Gastos generales y Beneficio industrial ..... |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |              |                   | 3.542,98 €         |
| 21,00 % IVA .....                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |              |                   | 3.915,92 €         |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA .....</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |              |                   | <b>26.106,14 €</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL .....</b>                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |              |                   | <b>26.106,14 €</b> |

**Asciende el Presupuesto a la expresada cantidad de VEINTI SEIS MIL CIENTO SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS**

Soria, Junio de 2019

Fdo: Juan Santiago Berna Vilches

Alumno de Grado de Ingeniería Agraria y Energética