



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Mecánica**

**DISEÑO DE SISTEMA PORTÁTIL DE GENERACIÓN  
DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA A PARTIR DE  
BIOMASA**

**Autor:**

**San Juan Arauzo, Pablo**

**Tutor**

**Pisano Alonso, Jesús Ángel  
Departamento de Ingeniería  
Eléctrica**

**Valladolid, Junio 2021.**





## Resumen:

En este Trabajo Fin de Grado se describe cómo llevar a cabo la construcción de un sistema portátil de generación de energía térmica y eléctrica mediante un combustible que permite evaluar el sistema como renovable. Plantear una opción real y viable, además de novedosa, será el camino a seguir durante el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado.

Se plantea la utilización de biomasa para la generación de esta energía mediante un sistema de cogeneración, compuesto por una unidad gasificadora y otra generadora de potencia. Todo el sistema se encuentra alojado en el interior de un contenedor de barco para poder ser trasladado con facilidad.

El impacto de la huella de carbono es un tema de actualidad que preocupa mucho a la sociedad, es por ello que se ha decidido emplear este combustible, ya que permite reducir el impacto ambiental. Aunque sea un sistema cuyos ciclos de funcionamiento son cortos, no quiere decir que se deba dejar de lado el compromiso con las emisiones.

Una vez descrito el sistema se realiza una explicación de las posibles instalaciones receptoras, así como de los procedimientos para realizar el conexionado.

## Palabras clave:

Cogeneración, portátil, biomasa, energía térmica, energía eléctrica, puesta en marcha, alternador, grupo electrógeno.



## Abstract:

This Final Degree Project describes how to carry out the construction of a portable system for generating thermal and electrical energy using a fuel that allows the system to be evaluated as renewable. Propose a real and viable option, as well as a novel one, will be the path to follow during the development of this Final Degree Project.

The use of biomass is proposed for the generation of this energy by means of a cogeneration system, consisting of a gasifying unit and a power generating unit. The whole system is housed inside a ship container so that it can be easily moved.

The impact of the carbon footprint is a current issue of great concern to society, which is why it has been decided to use this fuel as it reduces the environmental impact. Although it is a system whose operating cycles are short, this does not mean that the commitment to emissions should be left aside.

Once the system has been described, there is an explanation of the possible receiving installations, as well as the connection procedures

## Keyword:

Cogeneration, portable, biomass, thermal energy, electrical energy, commissioning, alternator, genset.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción y objetivos: .....	9
1.1	Antecedentes.....	9
1.2	Justificación del TFG .....	9
1.3	Objetivos y competencias.....	9
1.4	Ejes principales .....	10
1.4.1	Biomasa:.....	10
1.4.2	Cogeneración: .....	12
1.4.3	Sistemas portátiles de generación: .....	13
2	Marco teórico:.....	16
2.1	Instalaciones térmicas.....	16
2.1.1	Calderas.....	16
2.1.2	Hidráulica .....	18
2.2	Instalaciones eléctrica .....	18
2.2.1	Distribución y aparamenta. ....	18
2.2.2	Alternador.....	19
3	Desarrollo:.....	21
3.1	Generador de energía .....	21
3.1.1	Unidad gasificadora:.....	21
3.1.2	Unidad de potencia.....	23
3.2	Instalación hidráulica.....	25
3.2.1	Tuberías.....	25
3.2.2	Inercia .....	28
3.2.3	Bombas.....	29
3.2.4	Vaso de expansión .....	34
3.2.5	Válvulas y otros elementos.....	37
3.3	Instalación eléctrica .....	39
3.3.1	Dimensionamiento líneas y cuadro general.....	40
3.3.2	Dimensionamiento derivación generación .....	44
3.4	Contenedor y silo.....	46
3.4.1	Descripción.....	46
3.4.2	Adecuación del contenedor.....	48
3.4.3	Silo .....	52
3.4.4	Transporte .....	54



3.5	Conexión a instalación existente .....	56
3.5.1	Tipología de las instalaciones receptoras .....	56
3.5.2	Requisitos mínimos para la puesta en marcha .....	60
3.5.3	Normativa de aplicación.....	61
4	Conclusiones.....	62
5	Bibliografía .....	64
6	Anexos .....	66
6.1	Planos .....	66
6.2	Precios descompuestos.....	66
6.3	Presupuesto y mediciones.....	66
6.4	Resumen presupuesto.....	66



## ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquemas de funcionamiento de gasificadores updraft, de lecho fluidizado y downdraft. ("Biomasa: Gasificación" IDAE) .....	13
Ilustración 2 Grupo electrógeno diésel .....	14
Ilustración 3 Generador gasolina.....	14
Ilustración 4 Alternador trifásico (Fundamentos de circuitos eléctricos) .....	19
Ilustración 5 Diagrama proceso unidad gasificadora .....	22
Ilustración 6 Proceso unidad generadora de potencia .....	24
Ilustración 7 Diagrama energético .....	24
Ilustración 8 Ejemplo curva de una bomba .....	31
Ilustración 9 Curva MAGNA 3 32-40 .....	33
Ilustración 10 Curva MAGNA 3 25-120.....	34
Ilustración 11 Contactor Schneider.....	46
Ilustración 12 Selector .....	46
Ilustración 13 Elementos container, Lotus Container.....	47
Ilustración 14 Clasificación contenedores según ISO 668.....	48
Ilustración 15 Rejilla ventilación MADEL DMT-X.....	49
Ilustración 16 Descarga neumática de astilla .....	50
Ilustración 17 Agitador en silo .....	52
Ilustración 18 Esquema de principio con inercia, izquierda, y aguja hidráulica, derecha. (Domusa) .....	56
Ilustración 19 Esquema de principio instalación caldera gas (Buderus) .....	57
Ilustración 20 Ficha técnica radiador Ferroli XIAN N (Ferroli).....	57
Ilustración 21 Fancoil suelo pared (DAIKIN) .....	58
Ilustración 22 Detalle suelo radiante (Polytherm).....	59
Ilustración 23 UTA, batería de agua indicadas (Lennox) .....	59



## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Características unidad gasificadora.....	22
Tabla 2 Características unidad generadora.....	23
Tabla 3 Cálculo de velocidades para diferentes tuberías.....	27
Tabla 4 Previsión de potencias.....	40
Tabla 5 Conductividades a distintas temperaturas (REBT) .....	42
Tabla 6 Intensidad admisible (REBT) .....	43
Tabla 7 Tabla resumen características líneas y protecciones.....	44
Tabla 8 Tabla resumen características conexión generador.....	45
Tabla 9 Características motor eléctrico .....	53
Tabla 10 Características modelo FWL a 50 °C (DAIKIN).....	58
Tabla 11 Ajustes de temperatura según tipología instalación .....	60
Tabla 12 Ajuste del caudal según tipología instalación.....	60
Tabla 13 Longitudes máximas conexión hidráulica .....	61





## ÍNDICE ECUACIONES

Ecuación 1 Reacción combustión gas natural.....	16
Ecuación 2 Frecuencia de un alternador .....	20
Ecuación 3 Caudal para un salto térmico determinado .....	26
Ecuación 4 Velocidad a partir del caudal.....	27
Ecuación 5 Ecuación de Flamant .....	27
Ecuación 6 Volumen del depósito de inercia.....	29
Ecuación 7 Ecuación pérdidas locales.....	29
Ecuación 8 Curva manométrica.....	31
Ecuación 9 Relación de caudales y velocidades de giro .....	31
Ecuación 10 Relación de alturas y velocidades de giro.....	31
Ecuación 11 Relación entre potencia y velocidad de giro .....	32
Ecuación 12 Volumen de agua en tuberías .....	35
Ecuación 13 Volumen vaso de expansión .....	36
Ecuación 14 Coeficiente de expansión UNE 100155.....	36
Ecuación 15 Coeficiente de presión UNE 100155 .....	36
Ecuación 16 Presión máxima instalación .....	36
Ecuación 17 Presión mínima de la instalación.....	37
Ecuación 18 Intensidad con tensión monofásica .....	40
Ecuación 19 Intensidad con tensión trifásica .....	41
Ecuación 20 Caída de tensión para receptor trifásico.....	42
Ecuación 21 Caída de tensión para receptor trifásico.....	42
Ecuación 22 Superficie libre ventilación .....	49
Ecuación 23 Flecha máxima .....	52





# 1 Introducción y objetivos:

## 1.1 Antecedentes

Durante la realización de las prácticas de empresa realicé varios trabajos relacionados con la energía, principalmente térmica con biomasa. Toda instalación de seguridad industrial debe ser multidisciplinar y es necesario tener conocimientos básicos para poder afrontar las tareas de dimensionamiento y definición de instalaciones.

A raíz de conocer el funcionamiento de las diferentes instalaciones y tomando la biomasa como eje central, surge la posibilidad de plantear un equipo portátil para generar energía. Este TFG tiene por objetivo recabar toda la información necesaria para diseñar un sistema portátil de generación de energía térmica y eléctrica mediante cogeneración, gracias a una fuente de energía que permite evaluar el sistema como renovable, la biomasa. Plantear una opción real y viable además de novedosas será el camino a seguir durante el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado.

Se plantea la utilización de un contenedor marítimo de 40 pies con un equipo de cogeneración de biomasa en su interior para la transformación del combustible en energía térmica y eléctrica gracias a la unidad gasificadora y otra generadora de potencia.

Se tendrá en cuenta la instalación a la cual será conectada la unidad portátil, así como las particularidades derivadas de la capacidad para ser trasladado de manera sencilla.

## 1.2 Justificación del TFG

Este Trabajo Fin de Grado es tutorizado por el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid, concretamente por D. Jesús Ángel Pisano Alonso.

En el apartado de antecedentes se indica que, tras un periodo de prácticas en la empresa COINGES, se decide tomar la iniciativa para realizar un trabajo que recoja conocimientos térmicos y eléctricos principalmente. Como nueva idea se aporta la cogeneración portátil frente a sistemas fijos de cogeneración o portátiles de generación térmica o eléctrica.

## 1.3 Objetivos y competencias

El trabajo de fin de grado es la culminación del universitario. En este último paso previo a la obtención de una titulación, el estudiante debe poner en práctica todos los conocimientos obtenidos durante los años previos de estudio. En este caso el TFG llega a demostrar que el estudiante ha adquirido unas competencias genéricas y específicas. A continuación, se muestran las que desde mi punto de vista se pueden apreciar en este trabajo.

- Competencias genéricas:
  - CG1.** Capacidad de análisis y síntesis.
  - CG2.** Capacidad de organización y planificación del tiempo.
  - CG3.** Capacidad de expresión oral.
  - CG4.** Capacidad de expresión escrita.
  - CG5.** Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.



- CG6. Capacidad de resolución de problemas.
- CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG8. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
- CG10. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos.
- CG11. Capacidad para la creatividad y la innovación.
- CG12. Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua.
- CG13. Capacidad para actuar éticamente y con compromiso social.
- CG15. Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y para elaboración de informes técnicos.

- Competencias específicas:

CE2. Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CE7. Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

CE8. Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.

CE10. Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.

CE19. Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica.

CE21. Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.

CE24. Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas.

CE28. Ejercicio original a realizar individualmente, presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de la tecnología específica de la Ingeniería Mecánica, de naturaleza profesional, en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

## 1.4 Ejes principales

Son muchos los conceptos teóricos recogidos en este trabajo y es en este primer apartado donde se quiere recoger los conceptos principales que definen al sistema propuesto. Los pilares fundamentales son en primer lugar la biomasa, como fuente de energía, la cogeneración como proceso de transformación y por último la portabilidad del sistema.

### 1.4.1 Biomasa:

La biomasa se puede definir como la primera fuente de energía descubierta por el ser humano. Desde el momento en el cual el primate descubre y manipula el fuego de manera inherente debe existir una fuente material que permita la combustión. La utilización de materia vegetal para ser prendida ha permanecido presente en la vida del ser humano hasta la implantación del carbón como sustitutivo de combustibles de origen vegetal.



Durante siglos los combustibles de origen fósil han proporcionado la energía necesaria para la industria, preparación de alimentos, generación de energía eléctrica y calefacción, pero en las últimas décadas se ha ido produciendo un cambio en busca de un compromiso con el planeta.

Desde finales del siglo XX la biomasa que conocemos hoy retomó un papel importante, gracias a la mejora de las tecnologías que han permitido aprovechar este recurso de diferentes maneras.

Se puede clasificar la biomasa en tres grandes grupos en función del origen de esta materia:

- Biomasa natural: Es aquella que ha sido producida de forma natural sin intervención del ser humano.
- Biomasa residual: A consecuencia de la actividad humana se genera un residuo, que, en muchos casos, con la correcta gestión de residuos puede ser utilizado como fuente de energía.
- Biomasa producida: El objetivo principal es la creación de grandes extensiones de cultivo cuya única finalidad es su aprovechamiento energético.

Un concepto que aparece en este punto es de la economía circular, que tiene por objetivo el aprovechamiento máximo de todos los residuos de un proceso y emplearlos como fuente en otro. Es por ello que la biomasa residual y la natural son las idóneas para usarlas como combustible, aunque en ocasiones la demanda hace que sea necesaria la creación del combustible.

Habiendo realizado una pequeña explicación de los procesos de obtención de la biomasa, a continuación, se detallan los principales procesos de transformación de la biomasa en energía

- Combustión: es el más común para transformar la biomasa en energía térmica. Actualmente la utilización de este proceso se encuentra muy presente en los sistemas de calefacción mediante red de calor, así como para la generación de vapor en la industria. La temperatura a la cual se realiza este proceso oscila entre los 700 y 1000 grados centígrados con valores de oxígeno en exceso entorno a un 30%. Tener bajo control las condiciones de combustión permitirán optimizar al máximo la energía introducida en la caldera en forma de biomasa.
- Gasificación: este proceso consiste en el calentamiento de biomasa forestal en un ambiente pobre en O<sub>2</sub> para que se consuma sin arder, dando como resultado la transformación de la sustancia sólida en gas. Este gas puede comprimirse y acondicionarse para utilizarse como combustible en la generación de electricidad en un motor generador. Los humos resultantes de esta combustión están a temperatura suficientemente caliente como para aprovecharse para calentar agua para climatización y ACS, de forma que el rendimiento es mayor que el que produciría la combustión directa de la biomasa.
- Pirólisis: consiste en la descomposición de la materia orgánica por la acción del calor y en ausencia de oxígeno. El proceso de la pirólisis implica un aporte

térmico que normalmente se suele realizar con la propia biomasa empleada. El proceso se puede estructurar en cuatro pasos:

- Deshidratación y pérdida de productos volátiles.
- Formación de líquidos oxigenados, alcoholes y ácidos.
- Generación de hidrocarburos líquidos, esta reacción es exotérmica y contribuye al aumento de la temperatura.
- Formación de productos carbonosos de alto peso molecular.

De cada una de las fases se puede obtener diferentes productos que serán tratados con la finalidad de cada proceso.

- Fermentación: orientado a la generación de biogás, principalmente dióxido de carbono y metano, mediante proceso de digestión anaerobia. Lo más común es que el origen de la biomasa sea residual principalmente proveniente de residuos sólidos urbanos y ganaderos.

#### 1.4.2 Cogeneración:

Este proceso es el pilar fundamental del sistema que describe este trabajo. La cogeneración de manera muy breve se puede definir como aquel proceso que permite obtener energías diferentes a partir de una misma fuente, optimizando al máximo el aprovechamiento de toda energía derivada de un proceso. En este caso el combustible es biomasa, materia que sufre un proceso de gasificación para posteriormente emplear ese gas en un motor MCIA.

Según la guía técnica del IDEA “Biomasa: Gasificación” (BESEL, 2007), se puede definir dos familias de tecnologías principales de gasificación. La de lecho móvil y la de lecho fluidizado.

De forma independiente a las tecnologías, la biomasa sufre los siguientes procesos:

1. Calentamiento hasta 100 °C para eliminar la humedad contenida en las astillas y aprovechamiento del calor sensible.
2. Proceso de pirólisis cuyo objetivo es romper las moléculas más grandes para convertirlas en otras cadenas más pequeñas que a la temperatura de trabajo se encuentran en estado vapor.
3. Reducción, aprovechando el vapor generado en la primera etapa, se mezcla con el dióxido de carbono que viene arrastrado por la corriente del gasificante, desde la cuarta etapa.
4. La última etapa es la oxidación de la fracción más pesada la biomasa al entrar en contacto con el agente gasificante.

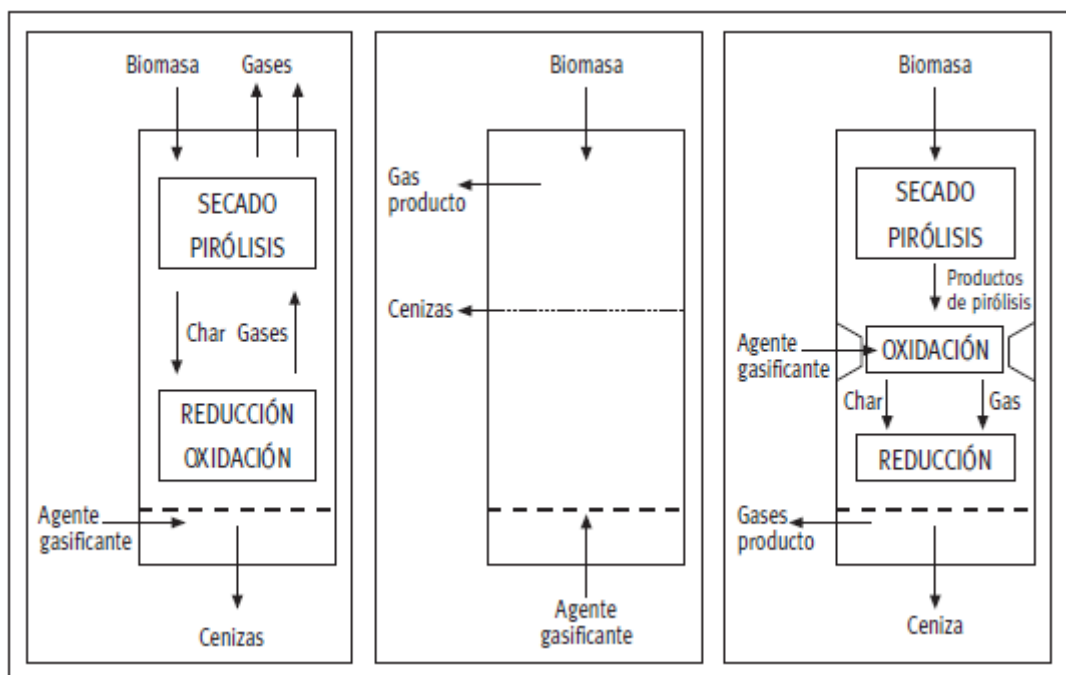


Ilustración 1 Esquemas de funcionamiento de gasificadores updraft, de lecho fluidizado y downdraft. ("Biomasa: Gasificación" IDAE)

El producto final es el syngas. En este caso el agente gasificante es el aire, parte de la biomasa se quema con el oxígeno presente y el resto de la biomasa sufre la reducción. El syngas tiene un poder calorífico que ronda los 5,5MJ/Nm<sup>3</sup>. El proceso se puede mejorar con la utilización de oxígeno o hidrógeno como agente gasificante permitiendo obtener valor de poder calorífico que rondan los 30MJ/kg. (BESEL, 2007)

Es importante que la biomasa tenga una densidad mínima de 200 a 250 kg/m<sup>3</sup>, una densidad menor genera problemas en la gasificación pudiendo llegar a ser arrastrada por el gas de síntesis.

### 1.4.3 Sistemas portátiles de generación:

Una de las grandes diferencias de la solución propuesta en este trabajo es la posibilidad de generar energía térmica y eléctrica de forma aislada y pudiendo transportar el equipo en un camión. Actualmente en el mercado se pueden encontrar generadores de energía térmica con biomasa, estos grupos únicamente son capaces de generar energía térmica. Haciendo uso de otros combustibles de origen fósil como el gas o el gasóleo se pueden encontrar distintos grupos. En este apartado se encuentran recogidas las diferentes opciones analizando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

#### 1.4.3.1 Generación eléctrica:

Uno de los usos más frecuentes de los equipos de generación y es el empleo de estos para la producción de energía eléctrica bien como fuente principal o como respaldo a una instalación conectada a red.

Se pueden clasificar en tres grandes grupos en función del combustible empleado:

- Gasolina: su uso se reduce a pequeñas aplicaciones en la que la potencia generada es muy baja llegando a los 15 kVA. Este tipo de equipos ofrecen una sencilla manipulación con el inconveniente del coste del combustible y la peligrosidad que conlleva el mal almacenamiento de gasolina.
- Gasóleo: es la opción más extendida y con el rango de potencias más elevado pudiendo llegar hasta casi 2000 kVA con sistemas de transporte en contenedor. Este tipo de solución es más económica, en lo que a combustible respecta, y con menos conflicto para el almacenamiento del combustible. Los equipos de respaldo en centros hospitalarios y edificios de vital importancia disponen de este tipo de equipos que son fijos en la instalación además de la existencia de tomas rápidas de corriente para colocar más equipos de características similares.
- Gas: de las opciones explicadas es la más limpia y compite en precio con el diésel. En este caso los motores para la quema del combustible son MCI que también pueden emplearse para cogeneración con la refrigeración del motor. En este caso uno de los factores que limitan esta aplicación es la del almacenamiento del combustible a altas presiones.

En este caso los equipos, por norma general, suelen intentar cubrir una necesidad energética por falta temporal de suministro o instalaciones provisionales tales como obras, ferias, campamentos etc... Buscar una solución únicamente por precio no tiene sentido y se deben contemplar factores como el almacenamiento del combustible, facilidad de transporte y autonomía con el almacenamiento integrado.



Ilustración 2 Grupo electrógeno diésel



Ilustración 3 Generador gasolina

Uno de los factores a tener en cuenta es la normativa tanto por el combustible como las emisiones de humos y ruido.





### 1.4.3.2 Generación térmica

Actualmente la generación de energía portátil se reduce a la generación de aire caliente y calderas de vapor. Existe un pequeño nicho de mercado con calderas de biomasa en contenedor, pero con una capacidad para la biomasa bastante baja y con un solución que permite realizar el traslado del mismo hasta su punto de instalación, no como opción de servicios temporales.

La generación térmica no tiene el mismo concepto de la generación eléctrica de apoyo ya que una falta de suministro temporal puede suplirse con las acumulaciones de las instalaciones. En este caso esta solución puede plantearse como servicio energético o soporte durante campañas de adecuación de sala de calderas que no puedan esperar a temporadas de verano.

El conexionado temporal de un circuito hidráulico a una temperatura elevada no será tan sencillo como un conexionado eléctrico ya que se deberán tener en cuenta las pérdidas de calor y las presiones de la instalación.

## 2 Marco teórico:

### 2.1 Instalaciones térmicas

La ingeniería térmica juega un papel decisivo en este trabajo ya que la transformación de la energía almacenada en la biomasa se transformará en gran parte en potencia térmica gracias al sistema desarrollado en el siguiente apartado. Antes de entrar a describir las condiciones concretas de este trabajo se recoge en este apartado los conocimientos sobre ingeniería térmica más importantes relacionados con este trabajo.

#### 2.1.1 Calderas

Se puede definir una caldera como un conjunto de elementos que tiene por objetivo transformar la energía de un combustible en energía térmica aprovechable y transmitir esa energía a un fluido caloportador. Los mínimos elementos de una caldera son los siguientes:

- Dispensador de combustible:

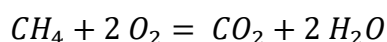
Toda caldera necesita de un sistema de aportación de combustible que tendrá unas características según el tipo de combustible empleado. Las calderas más comunes que se pueden encontrar instaladas son de gas o de gasóleo y su inyección en la combustión es diferente.

- Para el gas la presión de suministro, con los reductores de presión necesarios, es la encargada de llevar el gas hasta la cámara de combustión. Las boquillas, denominadas chiclés, tendrán una forma u otra en función del tipo de gas empleado.
- En el caso del gasóleo es necesario hacer uso de una bomba para impulsar el combustible hasta la cámara de combustión y es un inyector el responsable de realizar la distribución pulverizada del combustible en la cámara de combustión.

En este trabajo el combustible empleado es la biomasa, que debido a su formato de combustible sólido emplea sinfines para llevar desde el silo hasta la cámara de combustión la astilla. Existen varios mecanismos en la cadena de suministro tales como compuertas antirretorno de llama, tolvas y sensores de llenado.

- Cámara de combustión:

El corazón de la caldera es aquel lugar en el cual se produce la combustión, es necesaria la presencia de oxígeno, comburente, en la cámara y se denomina ese caudal de aire como primario. Existe una relación estequiométrica que ajusta la reacción química pero siempre existe un aire en exceso que debe ser mínimo para evitar la pérdida de calor por la chimenea.



*Ecuación 1 Reacción combustión gas natural*

En este caso se muestra la reacción de la combustión del metano, componente principal del gas natural, ajustada estequiométricamente.

- Intercambiador:

Una vez generado el calor en la cámara de combustión es necesario realizar el intercambio de calor con el fluido caloportador. Este proceso debe ser lo más eficiente ya que todo el calor que se pierda por la chimenea no podrá ser recuperado y computará como pérdida energética. El tipo de intercambiador podrá ser de diferentes tipos en función de la caldera en la que se encuentre montado.

Para el cálculo y dimensionado de los intercambiadores de calor se deberá realizar un balance de energía, siendo la potencia transferida la misma para ambos lados del intercambiador. Para conseguir una transferencia óptima se intentará que el flujo sea turbulento, una correcta limpieza del intercambiador y materiales que tengan una conductividad elevada.

- Bomba:

Las calderas deben contar con una bomba para el circuito primario que permitan el desplazamiento del calor desde la cámara de combustión al fluido caloportador. Estas bombas tienen un caudal calculado según la potencia térmica del generador y el salto térmico estimado. Normalmente el circuito primario está separado del secundario mediante un intercambiador de placas, aguja hidráulica, inercia o interacumulador.

- Chimenea

Todo sistema con procesos de combustión necesita una chimenea para evacuar los productos de la combustión. En equipos de generación térmica, las chimeneas se ejecutan con módulos de diferentes características según el tipo de combustible empleado. La norma UNE 123001:200 regula la instalación de todo tipo de chimeneas metálicas o de plástico, excepto las autoportantes, destinadas a la evacuación de gases de aparatos de combustión que formen parte de las instalaciones en los edificios, como son, entre otros: calderas, calentadores de agua caliente sanitaria, chimeneas de salón, estufas e insertables, equipos de cogeneración y micro-cogeneración, bombas de calor a gas, grupos electrógenos, bombas diésel contra incendios, hornos, y cocinas industriales a gas (potencia instalada superior a 20 kW).

- Recogida de residuos de la combustión

Según el combustible empleado los residuos generados pueden llegar a necesitar sistemas específicos para ser recogidos y tratados posteriormente. En el caso de caldera de condensación de gasóleo o diésel, los condensados deben ser tratados para verter a la red con pH neutro. En las calderas de biomasa el gran residuo son las cenizas que son retiradas de la cámara de combustión mediante sinfines y llevadas a los ceniceros para el posterior tratamiento de los residuos.



### 2.1.2 Hidráulica

En este trabajo los conceptos de ingeniería hidráulica aplicados están detallados en el apartado de dimensionado, ya que para conseguir definir cada uno de los componentes es necesario conocer la teoría que define el dimensionamiento de las instalaciones.

En este apartado se recogen algunos conceptos básicos de hidráulica que serán aplicados durante todo el trabajo.

- Pérdida de carga: es la pérdida de presión en una tubería a consecuencia de la fricción producida entre el fluido y las paredes de la canalización, así como por la colocación de elementos que aumentan la pérdida tales como válvulas, derivaciones, codos, reducciones etc. (Arco)
- Golpe de ariete: aumento de repentino de la presión causado por un cambio brusco de la velocidad en el interior de una tubería. Este fenómeno se genera a consecuencia de la manipulación de una válvula de forma rápida. La normativa indica que a partir de DN100 las válvulas deben equiparse con desmultiplicador.
- Dilatación térmica: para el caso de fluidos, incremento del volumen del fluido de la instalación a consecuencia del aumento de la temperatura. Se detalla más adelante los equipos capaces de compensar las dilataciones.
- Altura: término para designar la capacidad de las bombas para compensar las pérdidas de carga y altura geométrica en circuitos abierto.

## 2.2 Instalaciones eléctrica

Uno de los objetivos del equipo descrito en este trabajo es generar energía eléctrica mediante un MCIA. En este apartado se explican los elementos que componen el sistema y se detallan los principios de funcionamiento de los elementos más complejos.

### 2.2.1 Distribución y aparamenta.

El equipo instalado contará con una instalación eléctrica que debe cumplir con los requisitos de la norma de aplicación. En este caso se puede diferenciar entre derivación individual e instalación receptora.

- Derivación individual: (REBT) *“es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección”* En este caso entenderemos derivación individual al conexionado del contenedor al punto de suministro.
- Instalación interior o receptora: aquella que, alimentada por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica. En este caso esta instalación es la que se encuentra en el interior del contenedor y da servicio a los diferentes elementos.

Ambas líneas se realizan con cables de cobre de las secciones necesarias según los criterios de cálculo indicados en REBT, así mismo se deben cumplir las condiciones de aislamiento con los materiales indicados y con las canalizaciones pertinentes.

Además de las canalizaciones, es necesario contar con una serie de protecciones que garanticen las condiciones de seguridad necesaria, los elementos son:

- Interruptor magnetotérmico: dispositivo capaz de interrumpir la corriente cuando se supera el límite del interruptor. Este dispositivo se basa en los efectos del magnetismo y térmico, se compone por un electroimán y una lámina bimetálica, que permiten realizar un corte al suceder un aumento brusco de la intensidad o superado por poco, pero de forma prolongada. Este dispositivo protege la instalación de sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptor diferencial: (REBT) *“aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado”*

Existen otros elementos tales como contactores, selectores y contadores que son descritos en el apartado de dimensionado.

### 2.2.2 Alternador.

La unidad generadora consta de un motor de combustión interna alternativo que se encuentra conectado al alternador. Este dispositivo es el encargado de generar la energía eléctrica producida por el sistema.

Un alternador es una máquina eléctrica capaz de transformar la energía mecánica en energía eléctrica gracias al cambio constante de la polaridad durante la rotación.

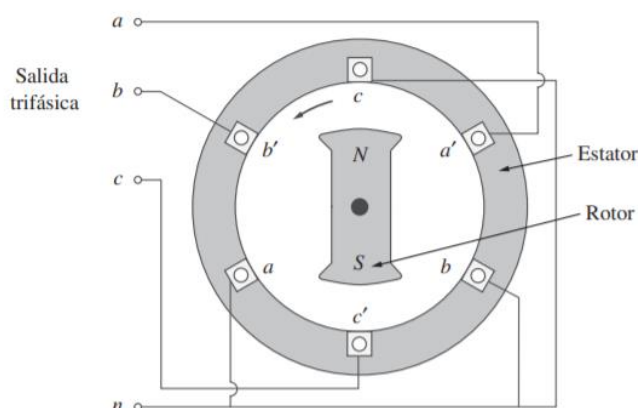


Ilustración 4 Alternador trifásico (Fundamentos de circuitos eléctricos)

El alternador está compuesto por dos partes, el inductor, encargado de generar el campo magnético y el inducido que es el conductor atravesado por las líneas de fuerza de dicho campo magnético.



El valor que más condiciona el conexionado del equipo a una instalación eléctrica es la frecuencia, ya que debe ser de 50Hz, frecuencia normal de funcionamiento de los equipos eléctricos.

$$f = \frac{n \cdot N}{120}$$

*Ecuación 2 Frecuencia de un alternador*

Siendo:

f frecuencia en Hz

n revoluciones en rpm

N número de polos



## 3 Desarrollo:

### 3.1 Generador de energía

Este proyecto contará con un equipo de cogeneración del fabricante Hargassner, basado en la combustión de astilla y aprovechamiento de gases de baja gasificación para realizar la combustión de estos en un motor de combustión interna alternativo conectado a un alternador.

El equipo empleado genera 60 kW de energía térmica y 20 kW de energía eléctrica.

Descripción de los componentes:

El conjunto se divide en dos equipos, uno de ellos orientado a la combustión de la astilla y otro encargado de la combustión de los gases. La denominación dada será la de unidad de gasificación y unidad de potencia, respectivamente.

#### 3.1.1 Unidad gasificadora:

Como ya se ha mencionado en la introducción, la gasificación es un proceso que permite transformar materiales sólidos en gases pobres para su combustión en motores, turbinas o calderas.

Para entender cómo funciona el gasificador se realiza una explicación de los componentes según se produce la transformación del material en gas.

El material llega a la tolva, previa a la entrada al hogar, gracias al sinfín extractor que desplaza la astilla desde el silo hasta la tolva de los sinfines introductores. En este paso se encuentra uno de los mecanismos de seguridad que impide el avance de la llama hasta el silo, mediante una clapeta que se cierra en los momento que no hay alimentación, impidiendo así la presencia de aire en la tolva.

Una vez alimentada la tolva, los sinfines introductores alimentan el hogar según las demandas del control del equipo, siendo los parámetros de control la temperatura en el hogar y circuitos de agua, tanto retorno como impulsión.

El hogar es el lugar en el cual se produce la combustión. Gracias al aporte de aire primario y secundario es posible regular la cantidad de oxígeno presente en la combustión y por consiguiente regular la calidad del gas a generar.

Las cenizas reposan en una parrilla que desplazan la ceniza hasta el sinfín encargado de trasladar la ceniza a los ceniceros.

El aire avanza y se encuentra con el intercambiador de calor y los turbuladores. La batería de intercambio consta de un bloque hueco con tubos cilíndricos que lo atraviesa. En el interior del cilindro se encuentran los turbuladores, que son unas espirales que como su nombre indica generan un régimen turbulento en la corriente de extracción favoreciendo así el intercambio de calor con el fluido que discurre por el interior del intercambiador.

Hasta este punto el proceso se asemeja al funcionamiento de una caldera de biomasa, en este punto los humos de la combustión serían expulsado al ambiente. Cierta es que esos humos tendrían otras condiciones ya que se aumentaría la temperatura de humos

para reducir la concentración de CO así como de oxígeno. Una menor concentración de oxígeno en humos mejora el rendimiento de la caldera.

En este caso estos humos serán aprovechado en un motor de combustión interna alternativo, para ello es necesario realizar un filtrado y eliminar las máximas partículas volátiles y evitar así el ensuciamiento del motor.

A lo largo de toda el equipo se recogen las cenizas para ser llevadas al cenicero y ser procesadas posteriormente.

La tabla del fabricante proporciona los siguientes datos (Hargassner):

	Unidades	
Dimensiones (AN x AL x PF)	mm	1600 x 1380 x 760
Peso	Kg	900
Conexión gas	Inch	DN 50 2" IG
Impulsión y retorno	Inch	DN 32 1 1/4" IG
Caudal combustible	kg/h	20
Poder calorífico astilla	kWh/kg	4,25
Porcentaje de humedad	%	14,2
Potencia térmica	kW	16
Presión máxima de trabajo	Bar	3

Tabla 1 Características unidad gasificadora

En el siguiente diagrama se puede observar el proceso que se desarrollar en la unidad gasificadora:

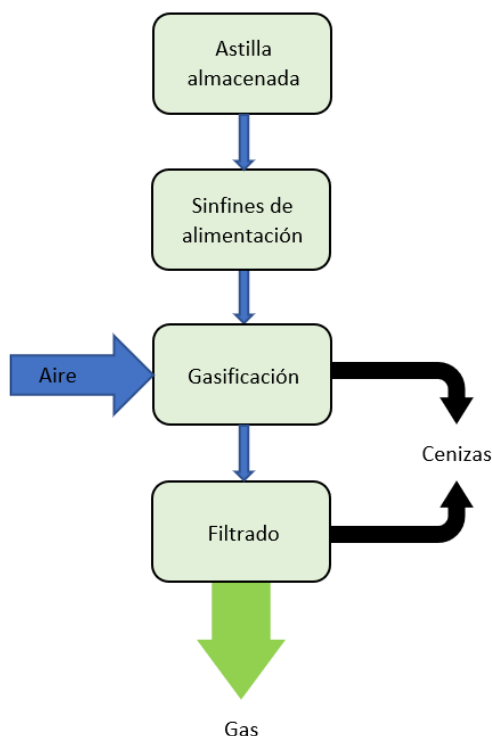


Ilustración 5 Diagrama proceso unidad gasificadora



### 3.1.2 Unidad de potencia

Una vez obtenido el producto de la combustión para el MCI, este es trasladado a la unidad de potencia. En este caso el concepto se asemeja al de un automóvil ya que tendremos diferentes elementos encargados del proceso de combustión.

En primer lugar, el gas es dirigido al motor donde se produce la combustión interna obteniendo un trabajo transformado en energía mecánica para realizar el acoplamiento a un alternador. Este alternador realizará la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica.

Los humos de la combustión son tratados en un catalizador previa a la expulsión de los humos al ambiente.

Los gases de la combustión atraviesan un intercambiador para realizar el aprovechamiento de esa energía térmica, así como de la refrigeración del bloque motor.

Los gases de la combustión una vez enfriados atraviesan un silenciador para reducir la emisión acústica y permitir de este modo la instalación de este equipo en lugares próximos a lugares ocupados por personas o animales.

La tabla del fabricante proporciona los siguientes datos (Hargassner):

	Unidades	
Dimensiones (AN x AL x PF)	mm	1500 x 1380 x 890
Peso	Kg	900
Conexión gas	Inch	DN 50 2" IG
Diámetro chimenea	mm	150
Impulsión y retorno	Inch	DN 32 1 1/4" IG
Potencia activa	kW	20
Potencia aparente	kVA	25,4
Temperatura máxima de trabajo	°C	85
Potencia térmica	kW	45
Presión máxima de trabajo	Bar	3
Tensión de salida	V	400
Frecuencia	Hz	50
Eficiencia	%	93,5
cos $\varphi$	-	0,8

Tabla 2 Características unidad generadora

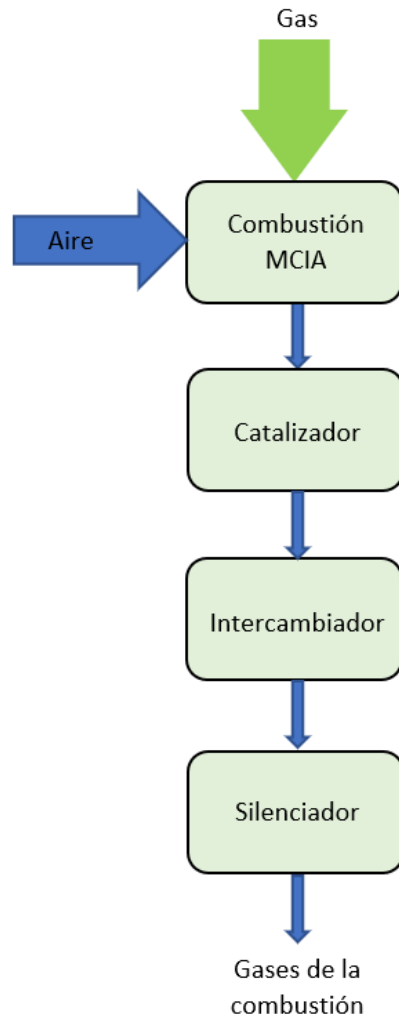


Ilustración 6 Proceso unidad generadora de potencia

Es bueno adjuntar un esquema energético del conjunto para poder comprobar que realmente el proceso de gasificación permite obtener una parte pequeña de energía térmica y demostrar así que la finalidad de ese equipo es la de gasificar la biomasa.

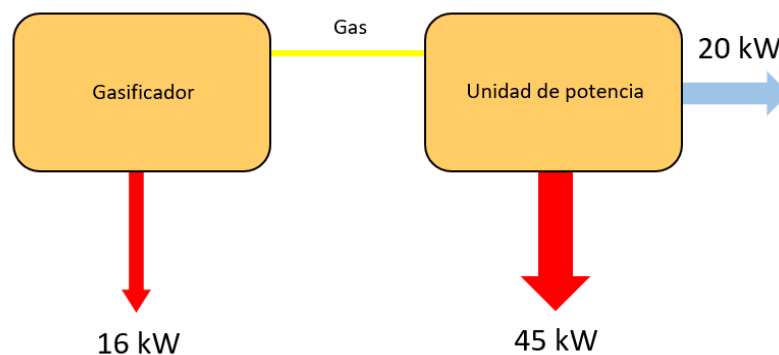


Ilustración 7 Diagrama energético



## 3.2 Instalación hidráulica

La instalación hidráulica se compone de los equipos mencionados a continuación. Sobre todos ellos se realizará una descripción teórica de los mismos, así como el dimensionado para el equipo objeto de este trabajo. Se adjunta en el anexo de planos el esquema de principio de la instalación.

- Tuberías
- Inercia
- Bombas
- Vaso expansión
- Válvulas y otros elementos
- Aislamiento

En este caso son perfectamente conocidas las características de la instalación del circuito primario (generador a inercia), mientras que el secundario (inercia a instalación) dependerá de la instalación a la cual se conecte el equipo. Para ello se diseña un sistema que permita adaptarse a las características de esa instalación.

### 3.2.1 Tuberías

#### 3.2.1.1 Marco teórico

Se entiende por tubería al conducto que cumple la función de transportar fluidos en su interior. El material de estas es diverso y puede agruparse en los siguientes grandes grupos.

- Tubería acero: pueden ser con o sin costura, diferenciados por su proceso de fabricación, uno a partir de lámina de acero doblada y soldada y otro a partir de acero líquido.  
Es el material con una aplicación más extendida debido a sus características mecánicas, son duraderos y pueden trabajar a diferentes presiones y temperaturas. El coste del tubo de acero es más barato frente al cobre o acero inoxidable.
- Tubería acero inoxidable: debido a su elevado precio este material es utilizado en aplicaciones muy concretas como puede ser la industria farmacéutica o agroalimentaria, así como para aplicaciones en las cuales la corrosión y una alta resistencia mecánica deban coexistir.
- Tubería de cobre: otro tubo de la familia de los metales con un coste elevado, pero con una alta aplicación en sistemas de agua potable, calefacción, gases refrigerantes y medicinales y energía solar.

- Tubería de polietileno: perteneciente a la familia del polímero termoplástico, permite obtener tubería de alta resistencia mecánica llegando en algunos casos a los 10 bar, con bajo peso específico y de fácil manejo gracias a la flexibilidad. La temperatura es el punto débil de este tipo de tuberías ya que se encuentra limitada según el tipo de polietileno. Dentro de esta clasificación se pueden encontrar los siguientes:
  - PEX: polietileno reticulado con alta flexibilidad con rangos de temperatura que en algunos fabricantes puede llegar a los 90 °C. Las presiones máximas se encuentran sobre los 6 bar. Uno de los ejemplos más claros de aplicación es la de los suelos radiantes y refrescantes, con un rango de temperaturas de uso bastante amplio.
  - PPR: polipropileno de tipo copolímero random. Es uno de los últimos materiales que ha revolucionado el mundo de la fontanería con fácil montaje e instalación. Las aplicaciones principales de este material se encuentran en calefacción, refrigeración y ACS.
- Tubería de PVC: Policloruro de vinilo. La aplicación principal de este material es el de la evacuación de aguas grises, aguas negras, pluviales, condensados y todo tipo de vertidos líquidos.

En este caso el tipo de tubería seleccionada es la de acero por las temperaturas de trabajo, aunque el PEX podría ser una opción con un menor coeficiente de rozamiento y ensuciamiento, pero se encontraría en el límite de temperaturas.

### 3.2.1.2 Dimensionado:

Para el dimensionado de las tuberías del circuito primario se deben tener en cuenta la potencia del generador, las velocidades del fluido en el interior de la tubería y el salto térmico en la caldera.

El código técnico de las edificaciones determina en el *DB HR 3.3.3.1 Hidráulicas* que las velocidades en los circuitos de calefacción en viviendas no deberán superar 1 m/s. En este caso no es de aplicación directa y lo fijaremos entre 1 m/s y 1,5 m/s. Con este aumento de la velocidad se evita la sedimentación de suciedad en el interior de la tubería y el posible ruido que se genere no ocasionará daños en el entorno.

Otro dato a tener en cuenta es la potencia térmica del generador, que en este caso es de 60 kW.

Por último, seleccionamos que el salto térmico para el circuito primario sea de 10 °C.

$$Q = \frac{0,86 \times P}{\Delta T}$$

*Ecuación 3 Caudal para un salto térmico determinado*

Siendo:

P potencia térmico

$\Delta T$  salto térmico

$$Q = \frac{0,86 \times 60}{10} = 5,16 \text{ m}^3/h$$

Una vez obtenido el valor del caudal se debe iterar con las diferentes secciones hasta obtener el valor de la velocidad deseado.

$$v = \frac{Q}{S}$$

Ecuación 4 Velocidad a partir del caudal

DN	Q m <sup>3</sup> /h	Dint mm	e mm	Dext mm	v m/s
DN 15	5,1600	16,1	2,6	21,3	7,04
DN 20	5,1600	21,7	2,6	26,9	3,88
DN 25	5,1600	27,3	3,2	33,7	2,45
DN 32	5,1600	36	3,2	42,4	1,41
DN 40	5,1600	41,9	3,2	48,3	1,04

Tabla 3 Cálculo de velocidades para diferentes tuberías

El tamaño de la tubería será la DN32 ya que permite que la velocidad se encuentre comprendida dentro del rango fijado.

Una vez obtenida la velocidad en la tubería es posible obtener la pérdida de carga gracias a la ecuación de Flamant.

$$J = m \frac{v^{7/4}}{D^{5/4}}$$

Ecuación 5 Ecuación de Flamant

Siendo:

J Pérdida de carga por metro de tubería

v velocidad media

D diámetro de la tubería en metros

m constante del material de la tubería,  $700 \times 10^{-6}$

$$J = 700 \times 10^{-6} \frac{1,41^{7/4}}{0,036^{5/4}} = 0,081 \text{ m.c. a/m}$$

El circuito primario tiene una longitud máxima de 10 metros, obteniendo así un valor de 0,81 m.c.a de pérdida de carga en las tuberías.

## 3.2.2 Inercia

### 3.2.2.1 Marco teórico

Toda instalación de biomasa o aerotermia debe contar con una inercia con un volumen predefinido para intentar adaptar la generación térmica a la demanda que se solicita.

Se puede definir la inercia como un depósito en el cual se produce el cruce del circuito primario y secundario. Este depósito está orientado para aplicaciones de calefacción o generación de grandes cantidades de ACS. No hay que equivocar la inercia con un acumulador, el cual tiene por objetivo mantener un fluido a una temperatura seleccionada y dar servicio a varios puntos de demanda con calderas dimensionadas para un único punto.

Los dos ejemplos calor de inercia son la biomasa y la aerotermia.

- En el caso de la biomasa la inercia tiene por objetivo obligar a la instalación a realizar ciclos de generación largo, para evitar arranques y paradas continuas del generador, mejorando así el rendimiento y garantizando el buen funcionamiento de la caldera. Para el volumen de acumulación no existe un valor exacto y cada proyectista utiliza su criterio, siempre buscando grandes volúmenes, desde 10 l/kW hasta los 25 l/kW que llegan a recomendar algunos fabricantes.
- El caso de la aerotermia es bien diferente ya que se trabaja a baja temperatura, entre 35 °C y 50 °C aproximadamente, esto obliga a utilizar suelo radiante ya que la aplicación de radiadores obligaría a trabajar a temperaturas de hasta 80 °C sacrificando así el SCOP del equipo. Un suelo radiante de por sí ya es una inercia y es por ello que el volumen de la inercia se verá reducido. Se recomienda dimensionar inercia con una ratio de 3 l/kW a 5 l/kW.

En el caso de generadores de calor modulantes como pueden ser las caldera de gas y gasóleo no es necesaria la utilización de inercias ya que las unidades podrán arrancar un distintas fases según la demanda.

En este proyecto no se plantea la utilización del sistema para generación de ACS, pero para ello sería necesario contar con otro depósito bien con un serpentín, denominado interacumulador o un depósito de acumulación con un intercambiador, de placas principalmente. El circuito primario y el de ACS no deben mezclarse.

### 3.2.2.2 Dimensionado

Como se ha dicho en el apartado teórico, la ratio para el dimensionamiento del volumen del depósito de inercia queda sujeto a la elección del proyectista en función del generado de calor y la instalación a la que da servicio.

En este caso un dato importante a tener en cuenta es que la instalación es de cogeneración, es importante mantener ciclos muy largos de funcionamiento. Por ello se decide que la ratio será de 15 l/kW.



$$V_T = P \cdot V_u$$

*Ecuación 6 Volumen del depósito de inercia*

Siendo:

$V_T$  volumen total depósito de inercia.

P potencia del generador.

$V_u$  ratio de volumen.

$$V_T = 60.15 = 900 \text{ litros}$$

El modelo comercial seleccionado es un G1000IF-IIF (Lapesa) del fabricante Lapesa, el volumen calculado se encuentra entre dos modelos, de 800 y 1000 litros. Si se selecciona el de 1000 litros la instalación quedará dimensionada del lado de la seguridad.

En los depósitos de inercia la pérdida de carga puede llegarse a considerar despreciable, aun así, se realiza el cálculo de los dos puntos singulares, descarga y toma en el depósito, válido para circuito primario y secundario.

$$H_l = \frac{8 Q^2}{\pi^2 g} \frac{k_1 + k_2}{D^4}$$

*Ecuación 7 Ecuación pérdidas locales*

Siendo:

Q caudal.

g gravedad.

$k_1$  pérdida local entrada depósito

$k_2$  pérdida local salida depósito

D diámetro interior de la tubería

$$H_l = \frac{8 \cdot 5,16^2}{\pi^2 \cdot 9,81} \frac{1 + 1}{0,036^4} = 0,2 \text{ m. c. a}$$

La pérdida de carga como se ha indicado anteriormente es insignificante pudiendo llegar a ser despreciada. En este caso ya que se ha calculado se incluirá en el cálculo de la bomba del circuito primario y secundario.

### 3.2.3 Bombas

#### 3.2.3.1 Marco teórico

Se entiende por bombas a aquellas máquinas generadoras que comunican energía al fluido, de forma que éste experimenta un incremento de energía específica entre las secciones de entrada y salida de la máquina.

En este apartado se realiza una descripción general de las bombas hidráulicas rotodinámicas. Las bombas hidráulicas rotodinámicas pertenecen al grupo de turbomáquinas hidráulicas, es decir son máquinas rotodinámicas de fluido incompresible.

- Elementos característicos de una bomba (White, 5ª edición):

**Rodete** (White, 5ª edición): Es el elemento móvil de la bomba. Está compuesto de unos álabes gracias los cuales se produce el intercambio de energía con el fluido. Los rodetes se clasifican en función de la dirección del flujo de líquido en su interior.

- En los rodetes radiales o centrífugos, las trayectorias que describen las partículas fluidas entre los álabes están contenidas en planos perpendiculares al eje de rotación.
- En los rodetes axiales, las trayectorias están contenidas en superficies cilíndricas, coaxiales con el eje de la máquina.
- En los rodetes diagonales o helicocentrífugos, dichas trayectorias están contenidas en superficies cónicas coaxiales.

**Corona directriz** (White, 5ª edición): Es uno de los elementos fijos cuya función es conducir el fluido hasta la sección de entrada al rodete con una velocidad de magnitud y dirección adecuadas. En bombas monoetapa, la corona directriz suele consistir en una tubería simple, que puede ser recta o acodada y que puede tener o no unos álabes para conducir el fluido a la entrada del rodete. Frecuentemente es de sección convergente para garantizar una distribución de velocidad adecuada a la entrada del rodete. Aguas arriba de la corona directriz se encuentra la tubería de aspiración.

**Difusor** (White, 5ª edición): Está a la salida del rodete siendo su finalidad guiar el flujo de líquido hacia la voluta de forma hidráulicamente eficiente y recuperar parte de la energía cinética, transformándola en energía de presión.

**Voluta** (White, 5ª edición): La voluta o cámara espiral recoge el flujo saliente del rodete o del difusor y lo conduce hacia la brida de la tubería de impulsión. Su finalidad es recuperar energía de presión a partir de la energía cinética del fluido.

Uno de los valores numéricos a tener en cuenta es la altura manométrica proporcionada por la bomba, factor que permitirá dimensionar la bomba a emplear en una instalación teniendo en cuenta todos los factores que afectan al cálculo de la altura.

Se pueden clasificar las distintas alturas:

**Altura manométrica  $H_m$** : diferencia entre las energías mecánicas de salida y entrada en la bomba. En la mayoría de los casos se puede afirmar que la altura manométrica es prácticamente la diferencia de presión entre la impulsión y aspiración.

**Altura de eje  $H_e$** : es la energía aportada por el eje sin tener en cuenta las pérdidas por disipación viscosa.

**Altura de pérdidas  $H_p$** : es aquella que cuantifica las pérdidas por disipación viscosa en el interior de la máquina.



**Altura geométrica  $H_g$ :** diferencia de niveles que debe salvar el fluido desde el origen hasta el punto final.

**Altura de pérdidas externas  $H_{p\_ext}$ :** son las pérdidas asociadas al movimiento del fluido por los conductos.

$$H_g = H_m - H_{p\_ext}$$

Ecuación 8 Curva manométrica

Las bombas comerciales se seleccionan con los criterios de altura y caudal en función de las características de la instalación

Actualmente la regulación se realiza de una manera muy eficiente gracias a los variadores de frecuencia, que permiten ajustar la curva de una bomba a los puntos de funcionamiento deseados.

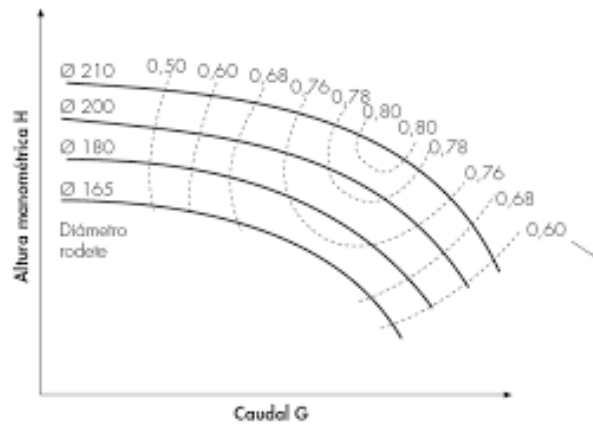


Ilustración 8 Ejemplo curva de una bomba

En esta imagen se puede ver la curva característica de una bomba, obteniendo una serie de caudales en función de la altura y el rodete seleccionado.

Por último y relacionado con las necesidades de la bomba del circuito secundario, se explica la forma de regulación de la bomba en función del giro de esta. Un cambio del giro conlleva un cambio en la curva de la bomba y en el caudal. Es por ello que el sistema definido necesita ser capaz de modificar la curva de la instalación.

Relaciones derivadas de las leyes de semejanzas en turbomáquinas.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

Ecuación 9 Relación de caudales y velocidades de giro

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2$$

Ecuación 10 Relación de alturas y velocidades de giro.

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^3$$

Ecuación 11 Relación entre potencia y velocidad de giro

### 3.2.3.2 Dimensionado

Como se ha podido comprobar en el apartado anterior, la altura a suministrar por la bomba será definida principalmente por la altura geométrica y de pérdidas. En este caso la altura geométrica será igual a cero ya que el circuito primario y secundario será cerrado, desapareciendo así la pérdida de carga asociada a la altura geométrica.

- **Bomba circuito primario:**

En el apartado de dimensionado de caudales se ha obtenido un valor de  $5,16 \text{ m}^3/\text{h}$ . Con este caudal se ha calculado la pérdida de carga asociada al movimiento del fluido en la tubería,  $H_{p\_ext\_1}$ , con un valor de  $0,81 \text{ m.c.a}$ , así como la pérdida de carga en el depósito de inercia  $H_{p\_ext\_2}$ , con un valor de  $0,2 \text{ m.c.a}$  y la pérdida de carga en el generador, dato facilitado por el fabricante  $H_{p\_ext\_3}$ , con un valor de  $1 \text{ m.c.a}$

$$H_{p\_ext} = H_{p\_ext\_1} + H_{p\_ext\_2} + H_{p\_ext\_3}$$

$$H_{p\_ext} = 0,81 + 0,2 + 1 = 2,01 \text{ m. c. a.}$$

Anteriormente se ha definido la altura geométrica como:

$$H_g = H_m - H_{p\_ext}$$

$$0 = H_m - 1,86$$

De este modo se puede concluir que la bomba deberá proporcionar una altura manométrica de  $2,01 \text{ m.c.a}$ . y un caudal de  $5,16 \text{ m}^3/\text{h}$ .

En este caso la bomba comercial que mejor se adapta es la Grundfos MAGNA 3 32-40, se puede comprobar a continuación que el punto de funcionamiento se encuentra recogido en la curva de la bomba.

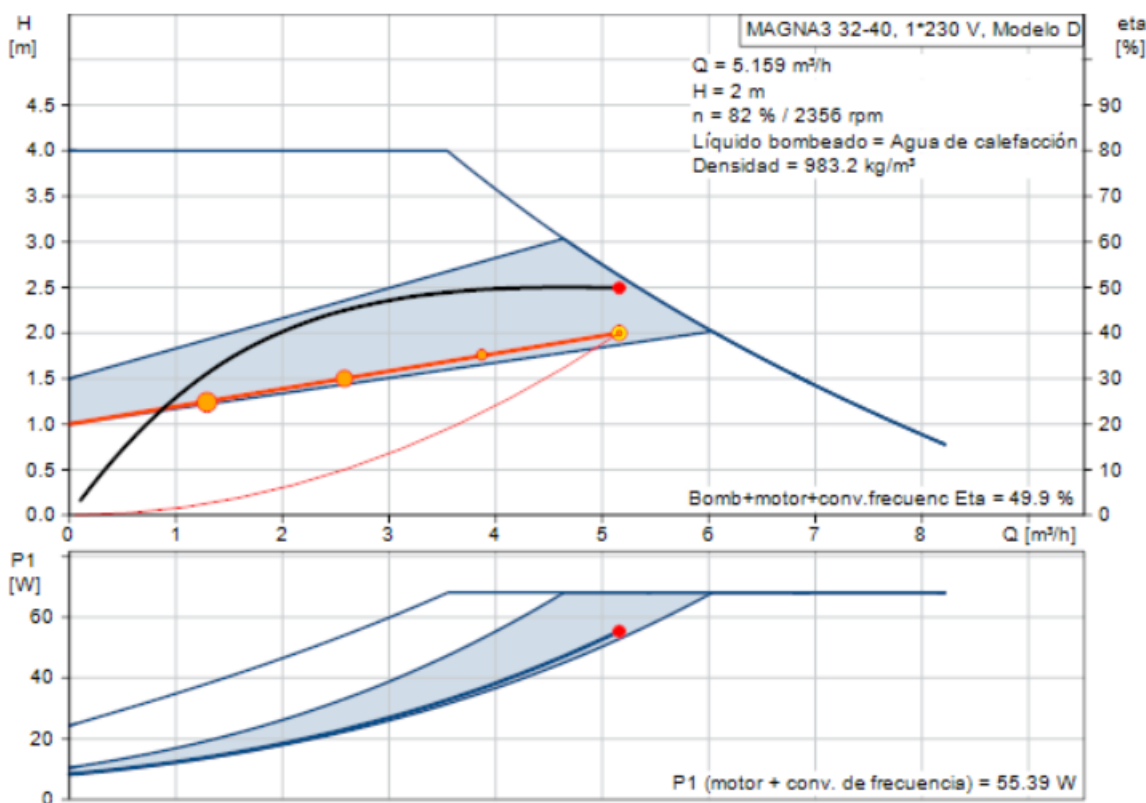


Ilustración 9 Curva MAGNA 3 32-40

- **Bomba circuito secundario:**

En este caso es más complejo el dimensionado de la bomba ya que el sistema portátil deberá trabajar contra instalaciones de lo más diverso y con características particulares. Para el dimensionado el valor del caudal será sencillo de determinar, mientras que la altura será más compleja y la bomba seleccionada deberá poder funcionar en una horquilla lo suficiente holgada.

Para el cálculo de caudal se realiza igual que el apartado de dimensionado del generador, aplicando la siguiente expresión:

$$Q = \frac{0,86 \times P}{\Delta T}$$

Por último, seleccionamos que el salto térmico para el circuito primario sea de 10°C.

$$Q = \frac{0,86 \times 60}{10} = 5,16 \text{ m}^3/\text{h}$$

Gracias a la regulación electrónica con la cual la velocidad de giro varía es posible ajustar el punto de funcionamiento al caudal deseado y proporcionando las diferentes alturas según la curva de la instalación.

El punto de funcionamiento se obtiene del cruce de la curva de la bomba con la curva de la instalación. La programación de la bomba permite fijar el caudal deseado y esta realizará el ajuste de la velocidad de giro para transformar la curva de la bomba.

En este caso la bomba comercial que mejor se adapta es la Grundfos MAGNA 3 25-120 (Grundfos), se puede comprobar a continuación que el punto de funcionamiento se encuentra recogido en la curva de la bomba. La bomba seleccionada dispone de un sistema, denominado por el fabricante Autoadapt, que permite trabajar en todos los puntos del sombreado azul según las exigencias de la instalación contra la que se trabaja.

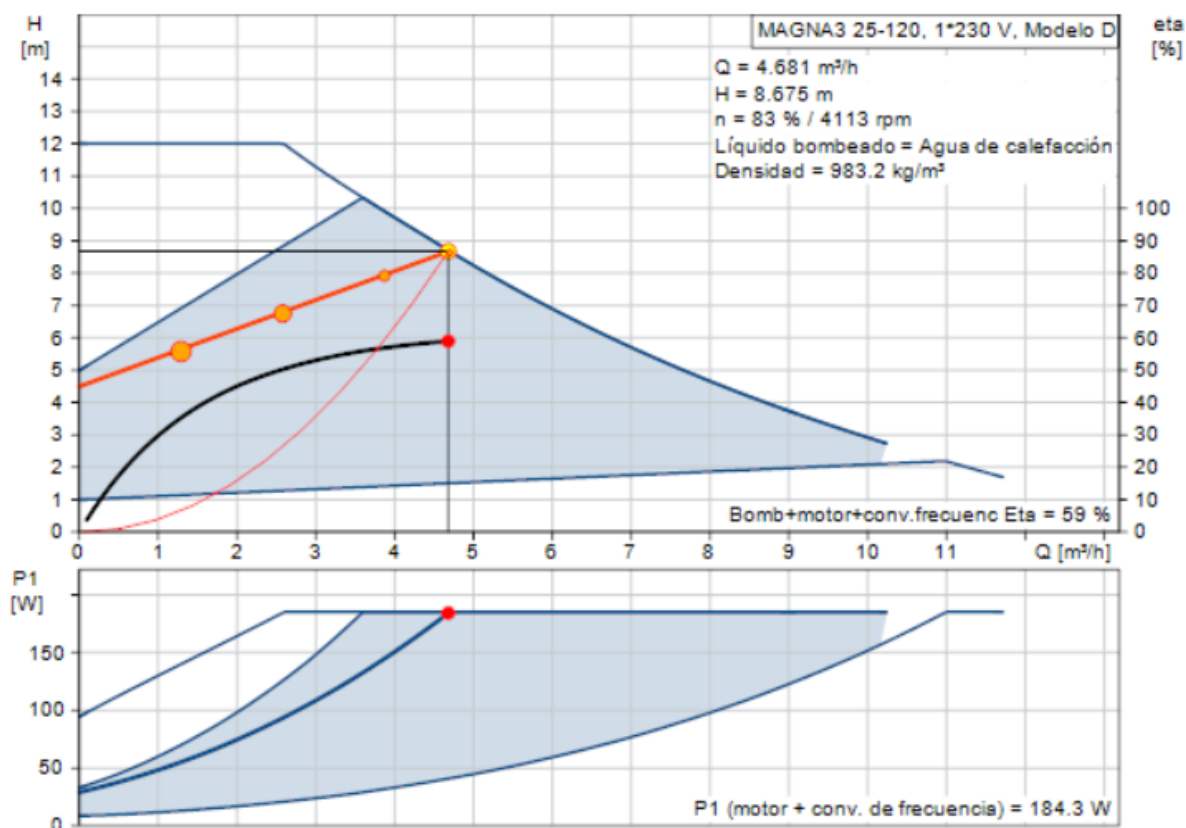


Ilustración 10 Curva MAGNA 3 25-120

### 3.2.4 Vaso de expansión

El vaso de expansión juega un papel determinante en las instalaciones, sobre todo en aquellas en las cuales los incrementos de temperatura son elevados.

La incorporación de un vaso de expansión en un circuito cerrado es obligatoria a consecuencia del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, RITE. El código de reconocido prestigio para el cálculo se encuentra en el capítulo 9 de la norma UNE 100155.



### 3.2.4.1 Marco teórico

Se puede definir un vaso de expansión como un sistema flexible que permite absorber las variaciones de presión a consecuencia de la dilatación térmica del fluido en el interior del circuito cerrado.

Como se ha indicado en el párrafo introductorio de este apartado, el RITE estable como obligatorio en su IT 1.3.4.2.4.1 que “los circuitos cerrados de agua o soluciones acuosas estarán equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permita absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.”

Además, se deberá contar con válvulas de alivio, pero esto se recogerá en el apartado de válvulas y otros elementos.

### 3.2.4.2 Dimensionado

En este caso el dimensionado del vaso de expansión está completamente regulado en el capítulo 9 de la norma UNE 100155.

Para el cálculo del vaso de expansión es necesario conocer los siguientes datos:

- **Volumen de agua en la instalación.**

Para el cálculo del volumen de la instalación se debe tener en cuenta el volumen alojado en la inercia y en las tuberías. En este caso el circuito primario es conocido, mientras que el secundario deberá ser variable y el vaso deberá trabajar en una amplia horquilla.

El volumen de la inercia es de 1000 litros.

El volumen de la tubería del circuito primario:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l$$

*Ecuación 12 Volumen de agua en tuberías*

$$V = \frac{\pi \cdot 0,036^2}{4} \cdot 10 = 10,17 \text{ l}$$

El volumen de la tubería del circuito secundario dependerá de la instalación contra la que se trabaje, pero se puede estimar que el circuito primario pueda llegar a ser 30 veces más grande que el primario, haciendo así un volumen de 305,35 litros.

El volumen total de instalación es por tanto 1315,53 litros.

- **Temperatura máxima del circuito.**

Como ya se ha indicado en el apartado dedicado al generador de calor, la temperatura máxima del equipo es de 85 °C.

- **Presión de llenado del circuito en el punto de conexión.**



La presión máxima de trabajo del equipo es de 3 bar y la instalación deberá funcionar a esa misma presión.

Una vez recogidos todos estos datos es posible calcular el volumen total del vaso de expansión siguiendo la siguiente expresión:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

*Ecuación 13 Volumen vaso de expansión*

Siendo:

$V_t$  volumen total vaso expansión

$V$  volumen instalación

$C_e$  coeficiente de expansión

$C_p$  coeficiente de presión

Para el cálculo del coeficiente de expansión se emplea la siguiente expresión:

$$C_e = (3,24 \cdot t^2 + 102,13 \cdot t - 2708,3) \cdot 10^{-6}$$

*Ecuación 14 Coeficiente de expansión UNE 100155*

Siendo:

$C_e$  coeficiente de expansión.

$t$  temperatura máxima.

Para el cálculo del coeficiente de presión se emplea la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

*Ecuación 15 Coeficiente de presión UNE 100155*

Siendo:

$C_p$  coeficiente de presión.

$P_M$  presión máxima de la instalación

$P_m$  presión mínima de la instalación

$$P_M = 0,9 \cdot P_{vs} + 1$$

*Ecuación 16 Presión máxima instalación*

Siendo:

$P_M$  presión máxima de la instalación

$P_{vs}$  presión válvula de seguridad.



$$P_M = 0,9.3 + 1 = 3,7 \text{ bar}$$

Por último, es necesario calcular:

$$P_m = P_0 + 1$$

*Ecuación 17 Presión mínima de la instalación*

Siendo:

$P_m$  presión mínima de la instalación.

$P_0$  presión manométrica punto de llenado.

$$P_m = 0 + 1 = 1 \text{ bar}$$

Con todos los datos calculados, se pueden obtener los coeficientes.

$$C_p = \frac{3,7}{3,7 - 1} = 1,37$$

$$C_e = (3,24 \cdot 85^2 + 102,13 \cdot 85 - 2708,3) \cdot 10^{-6} = 0,0293$$

$$V_t = 1315,53 \cdot 0,0293 \cdot 1,37 = 52,8 \text{ litros}$$

El vaso de expansión calculado tiene un volumen final de 52,8 litros. Se ha optado por el modelo 80 AMR-P del fabricante Ibaiondo. El modelo anterior proporciona un valor de 50 litros, siendo este inferior al demandado y en casos extremos de funcionamiento en el cual la aproximación para el circuito secundario se aleje de la realidad, quedará protegida la dilatación con un vaso de expansión mayor.

El vaso de expansión podrá contar con una precarga en la membrana de 2 bar, presión de pérdidas calculada en el apartado de bombas.

### 3.2.5 Válvulas y otros elementos

#### 3.2.5.1 Marco teórico

En este apartado es complejo buscar un marco teórico para la explicación de la valvulería y otros elementos integrados en la instalación. Un análisis sobre lo que dice RITE permite tener una fotografía de los componentes necesarios en esta instalación. En este caso es importante acudir al esquema de principio del apartado de planos para poder entender el papel de cada elemento en el sistema.

A continuación, se detallan los diferentes elementos de la instalación:

- **Válvulas de corte:**

Elemento que permite romper la continuidad del fluido. El objetivo de estos elementos puede ser evitar que el fluido pase de un punto a otro. El tamaño de las válvulas dependerá del diámetro de la tubería. Importante remarcar que RITE establece en su apartado *IT 1.3.4.2.7. Golpe de ariete* que para válvulas a partir de DN100 las válvulas de mariposa llevarán desmultiplicador con el objetivo de eliminar el golpe de ariete.

Todos los elementos terminales del circuito caloportador, así como elementos desmontables, deben contar con válvulas que permitan cortar el paso del fluido.

- **Válvula de sobrepresión**

Elemento de seguridad que permite proteger la instalación de aumentos de presión. En elementos mecánicos de este tipo el principio de funcionamiento se basa en un resorte calibrado que empuja el elemento de corte contra el asiento, ejerciendo una presión igual a la de tarado. La válvula se abrirá cuando la presión de la instalación sea mayor que la ejercida por el resorte.

Este tipo de válvulas cuentan con un sistema que permite comprobar el estado de las válvulas en el cual se libera el elemento de corte. El desagüe de la válvula de seguridad deberá estar canalizado.

- **Purgador:**

Un purgador es aquel elemento que permite retirar el aire existente en el interior de las instalaciones hidráulicas. RITE establece en su apartado *IT 1.3.4.2.3. Vaciado y purga* (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), que estos elementos que situarán en los puntos más elevados de la instalación y además no deberá tener un diámetro menor a 15 mm.

Los purgadores pueden ser manuales o automáticos, es común la instalación de purgadores automáticos para garantizar la inexistencia de aire en la instalación en todo momento. Puntos típicos de instalación son en depósitos de inercia y si las tuberías discurren por el techo de la sala de calderas, en estos puntos también.

- **Válvula de tres vías motorizada**

Una válvula de tres vías permite realizar una selección de recorridos o bien mezclar las líneas que llegan a este punto, es por ello que se pueden clasificar en mezcladoras o seleccionadoras.

En instalaciones de biomasa se debe garantizar que la temperatura de retorno sea de 60°C, de este modo se evita la aparición de condensados en la caldera. Es por ello que en el momento del arranque la válvula realiza un baipás entre la impulsión y el retorno para calentar el fluido del interior y según aumenta la temperatura, la válvula permite el retorno del fluido de la inercia, consiguiendo una mezcla de 60 grados. Una vez que el fluido de la inercia se encuentra a 60°C la válvula cierra el baipás.



El accionamiento de la válvula se realiza gracias a un motor acoplado al eje y el motor está regulado por el control de la propia caldera. Los parámetros que determinan el motor son el tiempo de recorrido y el par proporcionado. El control se realiza mediante un contacto libre de tensión, bien normalmente abierto o cerrado.

### 3.2.5.2 Dimensionado

Para el dimensionado de los elementos se realiza la misma clasificación que en el apartado anterior.

- **Válvulas de corte:**

Se instalará válvula en todos los puntos de conexión de otros elementos. El tamaño de las válvulas será el mismo que el de la tubería. Las válvulas serán todas H-H del fabricante Arco.

- **Válvula de sobrepresión:**

En este caso al tratarse de un circuito cerrado RITE en su IT 1.3.4.2.5.2 regula que la válvula de seguridad estará dimensionada por el fabricante del generador de calor. En este caso la presión máxima del generador es de 3 bar, siendo esta la presión de alivio. El fabricante seleccionado es Watts modelo MSV/E30 3BAR H1/2" xH1/2" con un rango de temperaturas de trabajo de -10°C a 110°C.

- **Purgador:**

En el punto más elevado de la instalación se situará un purgador automático. En este caso dado que la instalación del circuito secundaria es desconocida, se instalará en el punto más alto del circuito primario, ubicado en el interior del contenedor. Se podrán instalar purgadores con redundancia para garantizar la inexistencia de aire en las tuberías. El purgador de la instalación será de la marca Watts, modelo Minivent MV15 1/2".

- **Válvula de tres vías motorizada:**

Se instalará una única válvula de tres vías, que cumplirá con el cometido indicado en el apartado teórico. La sección de la válvula será la misma que la de la tubería. El fabricante seleccionado será BAXI con actuador de la misma marca modelo SM-41.

## 3.3 Instalación eléctrica

El sistema descrito en este trabajo tiene por objetivo generar energía térmica y eléctrica, es por ello que es necesario dimensionar la instalación eléctrica en dos caminos bien diferenciados, uno para el circuito de arranque y otro para el volcado de la energía producida a la instalación receptora. Se puede llegar a plantear que, en potencia nominal, mediante un selector, el equipo sea completamente autónomo gracias a un selector. Toda la información detallada en este apartado está recogida en el esquema unifilar del apartado de planos.

La instalación eléctrica del sistema consta de un cuadro general del cual depende el funcionamiento de los equipos que componen la instalación y deben consumir energía eléctrica.

Los elementos de la instalación que consumen energía son:

- Instalación eléctrica para iluminación del contenedor.
- Generador
- Motores de sinfines y agitadores
- Bombas
- Válvulas motorizadas

### 3.3.1 Dimensionamiento líneas y cuadro general

Para el cálculo de las líneas se realizará según lo indicado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Antes de comenzar con el dimensionado es necesario realizar una recopilación de las potencias de los aparatos que generarán un consumo eléctrico.

DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO	POTENCIAS (W)				POT. REACTIVA (VA)		
	unitaria	reglament.	Simult.	considerada	cos fi	react	considerada
<b>FUERZA</b>							
Caldera	500		1	500	0,8	375,0	375,0
Bomba circuito primario	68		1	68	0,8	51,0	51,0
Bomba circuito secundario	185		1	185	0,8	138,8	138,8
Extractor	1.500		1	1.500	0,8	1125,0	1125,0
Extractor	1.500		1	1.500	0,8	1125,0	1125,0
Agitadores	1.500		1	1.500	0,8	1125,0	1125,0
<b>total fuerza</b>				<b>5.253</b>			
<b>ALUMBRADO</b>							
Alumbrado	300	300	1	300	1	0,0	0,0
<b>total alumbrado</b>				<b>300</b>			
<b>TOTAL</b>				<b>5.553</b>		<b>3939,8</b>	<b>3939,8</b>

Tabla 4 Previsión de potencias

Todos los elementos de la instalación de fuerza tienen un coseno de fi de 0,8 a consecuencia de los motores eléctricos. En el caso del circuito de alumbrado ese valor pasará a ser 1.

- **Cálculo de la intensidad de la línea:**

Una vez conocidas las potencias de cada circuito es posible calcular la intensidad del circuito. Es necesario diferenciar para el cálculo entre líneas trifásicas y monofásicas.

Intensidad en monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

Ecuación 18 Intensidad con tensión monofásica

Siendo:

I, Intensidad en amperios.

P, potencia en vatios.

V, tensión en voltios.

cos  $\varphi$ , factor de potencia.



Intensidad en trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V_l \cos \varphi}$$

*Ecuación 19 Intensidad con tensión trifásica*

Siendo:

I, Intensidad en amperios.

P, potencia en vatios.

$V_l$ , tensión de línea en voltios.

$\cos \varphi$ , factor de potencia.

En la tabla resumen de este apartado aparecen los valores de intensidad calculados para cada línea teniendo en cuenta la tensión del circuito.

- **Cálculo de la sección eléctrica:**

Para el cálculo de la sección es necesario seguir varios métodos al mismo tiempo, principalmente los dos primeros que se explican a continuación:

1. Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan en el aislamiento de del cable. Estas normas se especifican en las normas particulares de los cable y suele ser de 70 °C para cable con aislamiento termoplástico y de 90 °C para cables con aislamientos termoestables.

2. Criterio de la caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión diferencial entre la tensiones de origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el reglamento de cada parte de la instalación, con el objetivo de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud.

La caída tensión máxima admisible será la siguiente:

- En derivaciones individuales:
  - Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar, 0,5%
  - Para el caso de contadores totalmente concentrados 1%
  - Para derivaciones individuales de un solo usuario sin línea general de alimentación 1,5%
- Para viviendas, del origen de la instalación interior al puntos de consumos, menor del 3%.
- Para otros usos, 3% para el alumbrado y 5% para fuerza.

### 3. Criterio de la intensidad de cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración asignada a los materiales empleados en el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160 °C para cables con aislamiento termoplástico y de 250 °C para cables con aislamiento termoestables.

Este criterio, aunque es determinante en instalación de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto del cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

En las instalaciones de baja tensión tanto interiores como de enlace es admisible despreciar el efecto piel y el efecto proximidad, así como trabajar con el inverso de la resistividad, denominando conductividad. Se debe tener en cuenta que el cálculo es diferente para receptores trifásicos y monofásicos.

Para receptores monofásicos:

$$S = \frac{2PL}{\gamma e U}$$

*Ecuación 20 Caída de tensión para receptor trifásico*

Para receptores trifásicos:

$$S = \frac{PL}{\gamma e U}$$

*Ecuación 21 Caída de tensión para receptor trifásico*

Siendo:

S, sección del conductor en mm<sup>2</sup>

P, potencia en vatios.

L, longitud de línea en metros.

e, caída de tensión en voltios.

U, tensión de línea

$\gamma$ , conductividad en m/Ω mm<sup>2</sup>

Material	$\gamma_{20}$	$\gamma_{70}$	$\gamma_{90}$
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

*Tabla 5 Conductividades a distintas temperaturas (REBT)*

En este caso la conductividad seleccionada para el cálculo es de 56 m/Ω mm<sup>2</sup>.

En este caso se ha empleado una tabla excel para el cálculo de los diferentes circuitos que componen la instalación. Además, en esta misma tabla se seleccionan las protecciones para cada línea, estas protecciones deben ser superiores al valor de intensidad calculado en cada línea y el cable debe quedar protegido.

- **Cálculo de la protección por circuito:**

Habiendo determinado ya la intensidad del circuito y las secciones que permiten tener una caída de tensión admisible, se puede dimensionar las protecciones necesarias para cada circuito.

La siguiente tabla del REBT permite conocer las intensidades admisibles según las características de los conductores. Este dato permite conocer la protección necesaria a instalar, que no deberá ser de intensidad superior a la indicada en la tabla, ya que de lo contrario el cable no estaría protegido.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x	2x	3x	2x										
			PVC	PVC	XLPE o EPR	XLPE o EPR										
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x	2x	3x	2x										
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x	2x			3x	2x						
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x	2x			3x	2x						
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared			3x	2x			3x	2x						
E		Cables multiconductores al aire libre					3x			2x	3x	2x				
F		Cables unipolares en contacto mutuo					3x					3x				
G		Cables unipolares separados							3x			3x				
			mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<b>Cobre</b>			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-		
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-	
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-	
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-	
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-	
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-	
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-	-
			35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-	-	
			50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-	-	
			70			149	160	171	188	202	224	244	321	-	-	
			95			180	194	207	230	245	271	296	391	-	-	
			120			208	225	240	267	284	314	348	455	-	-	
150			236	260	278	310	338	363	404	525	-	-				
185			268	297	317	354	386	415	464	601	-	-				
240			315	350	374	419	455	490	552	711	-	-				
300			360	404	423	484	524	565	640	821	-	-				

Tabla 6 Intensidad admisible (REBT)

Para este caso los cables de la instalación discurrirán por la sala en bandeja, siendo su clasificación REBT cable multiconductores directamente sobre pared. Las intensidades máximas admisibles con las indicadas en la tabla de arriba.

Es importante remarcar que los motores eléctrico en momentos de arranque generan picos que en el caso de que las protecciones estuvieran ajustadas a la intensidad nomina, podría haber problemas en los arranques saltando las protecciones de manera continua.

El proceso de dimensionado de las líneas y protecciones individuales se puede estructurar del siguiente modo:

- Conocer las potencias de los diferentes circuitos
- Conocer la tensión de trabajo
- Conocer la longitud línea
- Calcular la intensidad de la línea
- Calcular la caída de tensión y evaluar si las secciones son las correctas
- Seleccionar las protecciones

Habiendo realizado todos los pasos indicados anteriormente, se puede obtener los resultados recogidos en la siguiente tabla de resultados:

CIRCUITO	Nº	V	Pot	Long	Cos fi	Canalización	I	Sección	Caída V Línea		I protección
		(V)	(W)	(m)					(V)	(%)	
<b>CUADRO GENERAL</b>											
ACOMETIDA GENERAL		230	5.553	2	0,8	tubo/bandeja	30,18	6	0,29	0,12	32
CALDERA	1	230	500	2	0,8	tubo/bandeja	2,72	2,5	0,06	0,03	10
BOMBA PRIMARIO	2	230	68	2,5	0,8	tubo/bandeja	0,37	1,5	0,02	0,01	10
BOMBA SECUNDARIO	3	230	185	3	0,8	tubo/bandeja	1,01	1,5	0,06	0,02	10
SINFÍN EXTRACTOR 1	4	230	1.500	2,8	0,8	tubo/bandeja	8,15	2,5	0,26	0,11	16
SINFÍN EXTRACTOR 2	5	230	1.500	2,8	0,8	tubo/bandeja	8,15	2,5	0,26	0,11	16
AGITADOR	6	230	1.500	2,8	0,8	tubo/bandeja	8,15	2,5	0,26	0,11	16
ALUMBRADO	7	230	300	6	1	tubo/bandeja	1,30	1,5	0,19	0,08	10

Tabla 7 Tabla resumen características líneas y protecciones

### 3.3.2 Dimensionamiento derivación generación

El equipo de generación de este trabajo cumple con la función de generar energía térmica y eléctrica. En este apartado se detalla la instalación eléctrica para realizar el conexionado y el tratamiento normativo necesario para equipos de generación.

El uso de la energía generada por el equipo será la de alimentar instalaciones sin conexión a la Red de Distribución Pública, pudiendo ser autónomo en el momento de potencia nominal y sin necesidad de estar conectado a red.

- **Clasificación de las instalaciones generadoras:**

La ITC -BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión clasifica los generadores en los siguientes tres grupos:

- Instalaciones generadoras aisladas: aquellas en las que no puede existir conexión eléctrica alguna con la Red de Distribución Pública.
- Instalaciones generadoras aisladas: aquellas en las que existe una conexión a la red, pero sin que los generadores puedan estar trabajando en paralelo con ella. La fuente preferente de suministro podrá ser tanto los grupos generadores como la red quedando la otra como fuente de socorro o apoyo. Para impedir la conexión simultánea de ambas, se deben instalar los correspondientes sistemas de conmutación.

- Instalaciones generadoras interconectadas: las que están trabajando normalmente en paralelo con la red.

En este caso el equipo de generación será interconectado sin vertido a la red de distribución.

Las instalaciones generadores interconectadas tendrán una potencia máxima condicionada a una serie de características que se detallan en los siguientes párrafos.

Las prescripciones de la ITC-BT-40 son aplicables a todas las instalaciones de autoconsumo interconectadas sea cual sea su potencia. La instalación debe contar con dispositivos que limiten la inyección de corriente continua y la generación de sobretensiones, así como impedir el funcionamiento en isla de dicha red de distribución evitando así que la instalación de generación afecte al funcionamiento norma de la red ni a la calidad de suministro de los clientes conectados a ellas. Además, se equipará el sistema con un dispositivo que evite el vertido de energía la red de distribución.

- **Cálculo y dimensionado de la conexión:**

Para la conexión del contenedor a la instalación receptora, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generados y el punto de consumo no será superior al 1,5%.

Aplicando los conceptos de apartado anterior se puede obtener los siguientes resultados:

CIRCUITO	Nº	V	Pot	Long	Cos fi	Canalización	I	Sección	Caída V Línea		I protección
		(V)	(W)	(m)			(A)	(mm <sup>2</sup> )	(V)	(%)	(A)
<b>CONEXIÓN GENERADOR</b>											
<b>UNIDAD GENERADORA</b>	1	400	20.000	100	0,8	tubo/bandeja	45,11	16	5,58	1,40	50

Tabla 8 Tabla resumen características conexión generador

- **Mecanismos necesarios**

Como se ha indicado anteriormente, es necesario equipar al contenedor con una serie de elementos que permitan conectar el sistema a la red para iniciar el arranque de la instalación y posteriormente hacer uso únicamente del generador de energía eléctrica.

Es necesario contar con un selector que permita realizar el cambio de fuente de energía. Un selector es un interruptor conmutador que permite cambiar de esquema eléctrico con un simple giro de botón. Normalmente se hace uso del selector para realizar la maniobra y el paso de la tensión se realiza a través de un contactor.

El selector se encontrará situada aguas arriba del interruptor general del cuadro de alimentación del sistema.





Ilustración 11 Contactor Schneider



Ilustración 12 Selector

Los contactores seleccionados están equipados con bobinas de 230 voltios, evitando así la necesidad de instalar una fuente de alimentación.

### 3.4 Contenedor y silo

La gran ventaja de esta instalación es la facilidad de trasladar el equipo de generación de energía y el almacenamiento del combustible. Para esta misión se ha decidido hacer uso de un contenedor marítimo de 40 pies (12,19 metros). Aprovechar un elemento normalizado por la norma ISO 668 permite hacer uso de elementos de transporte, amarre e izado ya existente en el mercado. En este apartado se quiere recoger la descripción de este elemento, así como la adecuación de este y las opciones de transporte.

#### 3.4.1 Descripción

Como ya se ha adelantado en la descripción, el elemento de almacenamiento y transporte es un contenedor marítimo regulado según la norma ISO 668. Se puede definir el contenedor como un prisma de sección rectangular con diferentes dimensiones según su clasificación ISO, el material es acero al carbono. El cerramiento consta de chapa greca da y una estructura mediante perfilería hueca.



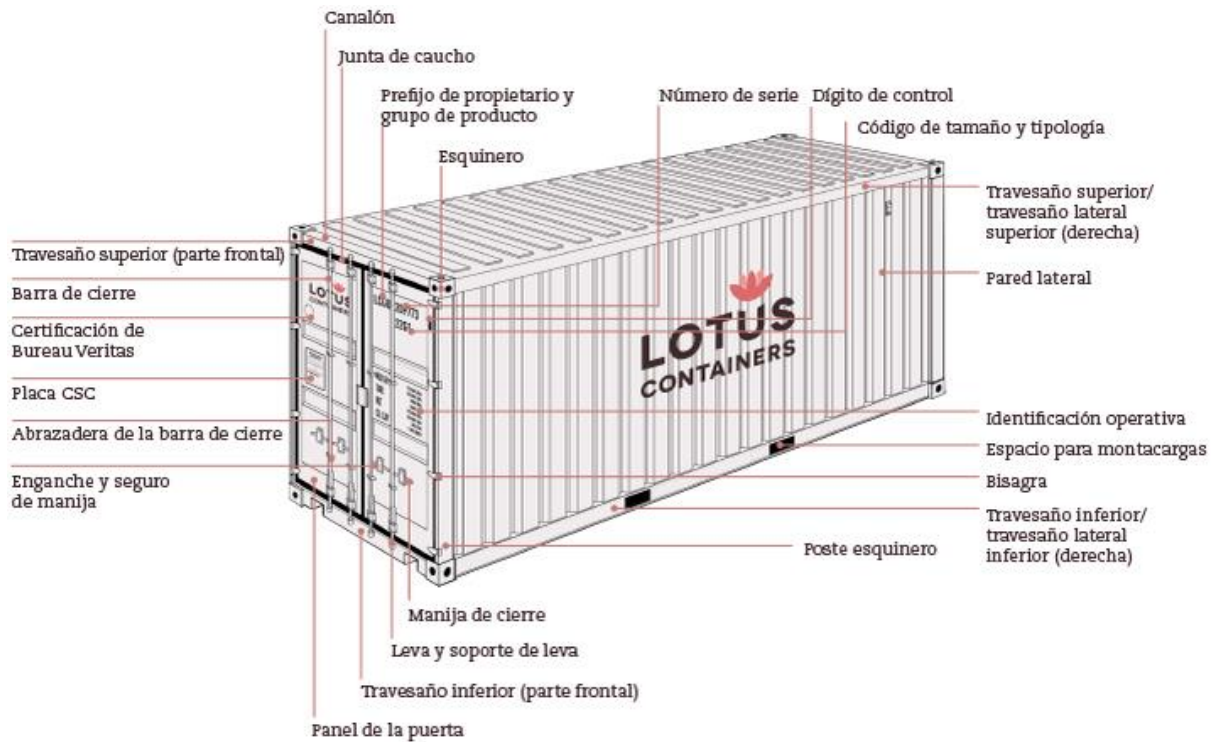


Ilustración 13 Elementos container, Lotus Container

Los tamaños del contenedor, así como su carga máxima se encuentran definidos en la norma ISO 668 siendo su clasificación la siguiente:

Designación ISO *	Nombre común	Dimensiones externas			Largo	
		Largo	Altura	Ancho		
1EEE **	Cubo de 45 pies de altura	13,716 m / 45 '0 "	2.896 m / 9 '6 "	2.438 m / 8 '0 "	13,542 m (44 '5,15 ")	
1EE **	Estándar de 45 pies		2.591 m / 8 '6 "			
1AAA	Cubo de 40 pies de altura	12.192 m / 40 '0 "	2.896 m / 9 '6 "	2.438 m / 8 '0 "	11,998 m (39 '4,375 ")	
1AA	Estándar de 40 pies		2.591 m / 8 '6 "			
1A	40 pies		2.438 m / 8 '0 "			
1 BBB	Cubo de 30 pies de altura	9,125 m / 29 '11,25 "	2.896 m / 9 '6 "		2.438 m / 8 '0 "	8,931 m (29 '3,6 ")
1BB	Estándar de 30 pies		2.591 m / 8 '6 "			
1B	30 pies		2.438 m / 8 '0 "			
1CCC	Cubo alto de 20 pies	6,058 m / 19 '10.5 "	2.896 m / 9 '6 "	2.438 m / 8 '0 "	5,867 m (19 '3 ")	
1CC	Estándar de 20 pies		2.591 m / 8 '6 "			
1C	20 pies		2.438 m / 8 '0 "			
1D	10 pies	2,991 m / 9 '9.75 "	2,438 m / 8 '0 "	2.438 m / 8 '0 "	2,802 m (9 '2.3 ")	
1E ****	6½ pies	1,968 m / 6 '5.5 "	2,438 m / 8 '0 "	2,438 m / 8 '0 "		
1F ****	5 pies	1,460 m / 4 '9.5 "	2,438 m / 8 '0 "			

Ilustración 14 Clasificación contenedores según ISO 668

En este caso el tamaño seleccionado es el de 40 pies que gracias a su tamaño permite trasladar en un único cajón una sala de máquinas y un silo. En el apartado de transporte se aborda las diferentes plataformas compatibles.

El peso en vacío del contenedor es de 3750 kg con una capacidad máxima de carga de 27600 kg. En este caso la capacidad de carga no será un problema ya que el peso de los equipos y la biomasa, en caso de traslado con silo lleno, no superará dicha cifra.

### 3.4.2 Adecuación del contenedor

Es necesario plantear una reforma del contenedor para adaptarlo al uso que se plantea. Se pueden recoger estas actuaciones en las siguientes partidas:

- Apertura de huecos y cerramiento.
- Tabique divisorio sala de calderas y silo.
- Caja de conexiones.

A continuación, se describen las justificaciones para realizar estas actuaciones, así como las soluciones adoptadas.

- Apertura de huecos.

El contenedor necesita realizar diferentes huecos y accesos para el correcto uso del contenedor. Se tratará el espacio de la caldera según las exigencias de RITE. La *IT 1.3.4.1.2. Salas de máquinas*, establece que todas aquellos locales cuya potencia supere los 70kW térmicos se considerarán salas de máquinas. En este caso la potencia térmica total es de 60kW.

Para garantizar unos mínimos de seguridad se tendrán en cuenta los criterios de ventilación y acceso para salas de máquinas.

- Apertura ventilación

Para la ventilación se sigue la *IT 1.3.4.1.2.7. Ventilación de salas de máquinas*, para ello en este caso al tratarse una ventilación natural por orificio se aplica la ratio de 5 cm<sup>2</sup>/kW.

$$S = P \cdot s$$

*Ecuación 22 Superficie libre ventilación*

Siendo:

S superficie ventilación

P potencia térmica

s ratio de 5 cm<sup>2</sup>/kW

$$S = 60 \cdot 5 = 300 \text{ cm}^2$$

Para la rejilla de ventilación se selecciona el fabricante MADEL modelo DMT-X 450x200, siendo necesaria la apertura de un hueco de esas mismas dimensiones.



*Ilustración 15 Rejilla ventilación MADEL DMT-X*

- Apertura puerta acceso

Según indica RITE en su *IT 1.3.4.1.2.2. Características comunes de los locales destinados a sala de máquinas*, la puerta de acceso tendrá las medidas suficiente como para permitir el movimiento sin riesgo de aquellos equipos que deban ser reparados en el exterior de la sala. Además, la puerta tendrá un sistema de fácil apertura desde el interior.

La puerta seleccionada será tipo cortafuegos antipánico RF60 con dimensiones en centímetros de 86,5 x 210. La clasificación RF60 indica que la puerta tiene una resistencia al fuego de 60 minutos.

Para la apertura del hueco se realizará un corte en el contenedor mediante corte por radial y se realizará un premarco de acero con perfilera en U, soldado y con esquinas ajustadas a inglete. Sobre la perfilera se fijarán las bisagras de la puerta. En el lado opuesto se realizará un cajeadado para alojar el resbalón.

- Apertura llenado silo

El llenado del silo se realizará por la parte superior gracias a los sistemas de descarga neumática de astillas y mediante sinfines.

La descarga neumática de astilla consiste en el bombeo de astilla a través de una tubería, para ello se hace uso de aire a presión que arrastra el material.



Ilustración 16 Descarga neumática de astilla

La descarga mediante sinfines arrastra la astilla gracias a la rotación de un tornillo sinfín que gira en sentido horario y hace subir a la biomasa.

Para poder realizar la descarga es necesario disponer de una apertura en la parte superior del silo, siendo esta casi la totalidad de la superficie del silo. Se debe proteger la astillas de las posibles lluvias y es por ello que el hueco se cubrirá con una lona sujeta con una goma perimetral. El hueco dispondrá de una retícula ejecutada con tubería de acero de diámetro 50, esta retícula evitará que la lona en momentos de lluvia se hunda hacia el interior del silo. El tamaño de la retícula está indicado en planos.

- Tabique divisorio sala de calderas y silo

Entre la sala de calderas y el silo es necesario realizar una separación que permita mantener aislado el silo de las sala de calderas. Para ello se ejecutará la pared con perfilaría de acero y chapa grecada.

Para el dimensionado se ha calculado la presión ejercida en la pared:

$$P = 0,5 \rho \cdot g \cdot h$$

Siendo:

$\rho$  densidad de la astilla.

$g$  gravedad.

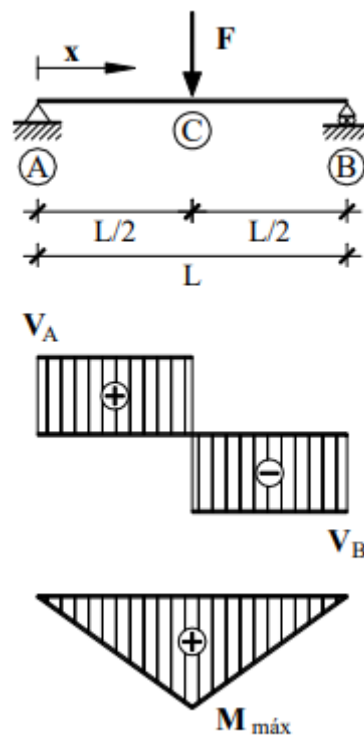
$h$  altura de la pared.

$$P = 0,5 \cdot 250 \cdot 9,81 \cdot 2,59 = 3175,98 \text{ Pa}$$

$$F = 3175,98 \cdot 6,31 = 20040 \text{ N}$$

La fuerza se aplica en la totalidad de la superficie de la pared, compuesta por 5 travesaños, siendo la fuerza unitaria de 4008 N.

Para el cálculo se asemejará el comportamiento de la pared a una viga simple apoyada



$$y = \frac{FL^3}{48 EI}$$

Ecuación 23 Flecha máxima

El perfil seleccionado es de 50x100 y espesor 3 mm, con una inercia de  $1,05 \times 10^{-6} m^4$  experimenta una flecha máxima de 5 mm siendo esta admisible.

$$y = \frac{4008.2,44^3}{48 \cdot 2,1 \times 10^{11} \cdot 1,05 \times 10^{-6}} = 0,005 m$$

La chapa de separación será de características similares a la del cerramiento del contenedor. En el anexo de planos se detalla la estructura interna para la ejecución de la pared divisoria.

### 3.4.3 Silo

El silo es el espacio dedicado al almacenamiento del combustible que en este caso es astilla, pero para otras aplicaciones podría albergar pellet. Los criterios de dimensionamiento son diferentes en función del combustible a emplear. En el caso de silo de pellet la sección del silo debe ser en forma de V y en su vértice se ubica el sinfín. Para silo con astilla el fondo es plano.

Los elementos más importantes en un silo de biomasa de estas características son los agitadores y el sinfín. En muchos casos el sinfín juega un papel de transmisión ya que es el encargado de hacer girar el agitador.

Antes de entrar a definir los equipos concretos de este trabajo, se explica el funcionamiento y misión de cada uno de los elementos.

- Agitador: es el elemento compuesto por un plato y unas ballestas flexibles. El objetivo de este elemento es el de mantener la astilla suelta dentro del silo permitiendo así su correcto deslizamiento hacia el sinfín. Las ballestas gracias a su flexibilidad se expanden más o menos en función de la cantidad de biomasa almacenada en el silo.



Ilustración 17 Agitador en silo

- Sinfín: consiste en un sinfín que discurre desde el agitador hasta la carga de astilla hacia la caldera. Normalmente el sinfín también cumple la función de transmisión desde el motor de accionamiento hasta la reductora.
- Reductora: conecta la transmisión con el agitador, obligando a eso a funcionar al mismo tiempo.

Entrando en el caso concreto de este trabajo, dada la geometría del silo se realizará la instalación del silo de la siguiente forma:

- Se colocarán dos agitadores equiespaciados ya que al ser un silo rectangular con una proporción de lado casi tres veces mayor que el ancho, es necesario diseñar el sistema de este modo con el objetivo de barrer todo el suelo del silo. En los laterales del contenedor, donde las ballestas puedan rozar las paredes se colocarán unas láminas de teflón para garantizar un rozamiento mínimo y reducir el ruido.
- Para el movimiento de los dos agitadores se debe de plantear el diseño de una sistema de transmisión que permita realizar el giro a las ballestas. Para ello desde la sala de calderas saldrá un eje que se unirá a ambas reductoras para realizar el giro al mismo tiempo y en el mismo sentido. El eje para evitar atascos irá envainado en un tubo de acero. Para el traslado de la biomas del silo a la tolva de carga, se realizará con un único sinfín que parte del agitador más alejado hasta la tolva. Este sinfín se denomina extractor.
- Las reductoras de los agitadores se ubicarán en las posiciones de estos e irán fijadas al suelo del silo mediante elementos de unión mecánicos. La reductora del primer agitador será doble (entrada, salida sin reducir y salida reducida) y permitirá comunicación con la segunda que será simple (entrada y salida reducida).

Las características de los motores eléctricos que accionan ambos conjunto son las siguientes:

Tensión	V	230/400 V. III. 50/60 Hz.
Revoluciones	rpm	3000
Potencia	kW	1,5
Intensidad	A	6,01/3,84
Número de polos	-	2
Rendimiento	%	77
Peso	kg	12
Diámetro eje	mm	24

Tabla 9 Características motor eléctrico

La reductora deberá garantizar el giro del plato a razón de 10 vueltas por minuto. Para ello se empleará un variador de frecuencia programado para que el motor gire a 150 rpm ya que la reductora tendrá una relación de 1:15.



La frecuencia de funcionamiento será la obtenida con la ecuación 2:

$$f = \frac{150}{120} = 2,5 \text{ Hz}$$

### 3.4.4 Transporte

La gran ventaja del sistema de este trabajo es la sencillez para su transporte y acoplamiento a la instalación receptora. El empleo de un contenedor normalizado hace que el sistema disponga de sistemas de transporte existentes y localizados en toda la geografía. En este apartado se detalla el proceso para el transporte, así como las condiciones.

- Proceso de transporte

Desde el momento en el que se reciba una solicitud para dar servicio a una instalación el procedimiento a seguir debe ser el siguiente:

1. Revisión del contenedor para preparar todos los elementos a las condiciones de transporte detalladas en el siguiente apartado.
2. Llenado del silo con la capacidad máxima de 17 toneladas de astillas. Este peso dependerá de la humedad presente en la biomasa. Para conseguir una mayor eficiencia se puede plantear la opción de almacenar la astilla en campa cubierta y conseguir llenar el silo con material con una humedad máxima del 20%.
3. En el interior de la sala de calderas se colocarán las mangueras hidráulicas y eléctricas para el conexionado a la instalación receptora, así como la racorería accesoria para su correcta conexión.
4. Izado del contenedor sobre camión de transporte normalizado y posterior aseguramiento a plataforma de transporte. En este apartado se han dividido las necesidades entre materiales y humanos, además de hacer un cálculo de amortización para poder obtener un coste directo.

#### Recursos materiales:

- Conjunto camión remolque: La amortización media de un camión oscila entre 1.000.000-1.500.000 de kilómetros, este valor oscila en función de uso y el mantenimiento realizado. El coste medio de un conjunto camión remolque es de 125.000 euros. Conociendo el plazo de amortización y el coste se puede obtener un coste de 0,125 euros por kilómetro.
- Grúa: para la amortización de la grúa se deben tener en cuenta que el uso de esta es en horas de servicio, la vida útil es de 20 años, y para obtener el número de horas útiles se hace uso de las 1753 horas laborales aproximadamente. Una grúa con capacidad para 30 toneladas tiene un coste aproximado de 80.000 euros. Con estos datos se puede obtener un coste 2,28 euros por hora.
- Mantenimientos: la maquinaria conlleva un mantenimiento y un coste. En este caso el coste del mantenimiento se valora en un sobrecoste del 25%



del valor del vehículo a amortizar en el mismo tiempo de vida útil, por tanto, los costes unitarios se verán encarecidos en un 25%, siendo el coste por kilómetro del camión de 0,156 euros por kilómetro y para la grúa de 2,85 euros por hora.

- Combustible: el consumo del camión y de la grúa de estas características se encuentra en 30 litros a los 100 kilómetro, con un coste por kilómetro de 0,375 euros por kilómetro.

Con estos datos se puede arrojar un coste para cada una de las máquinas empleadas para el transporte y colocación:

- Camión: 0,53 euros por kilómetro
- Grúa: 0,375 euros por kilómetro más el tiempo en obra a razón de 2,85 euros por hora.

#### Recursos humanos:

- Es necesario contar con dos personas con los permisos para conducir los dos vehículos mencionados anteriormente además de la correcta manipulación de la carga para su carga y descarga. Dos persona con los permisos en plantilla tienen un coste aproximado de 27800 euros por trabajador. El coste por hora de cada uno de ellos es de 15,90 euros por hora. En una hora se pueden recorrer de media 80 kilómetros, obteniendo un coste de 0,2 euros por kilómetro.

El coste total calculado para el kilómetro de camión es de 0,73 euros por kilómetro y para la grúa es de 0,575 euros por kilómetro más 18,75 por hora. La estimación calculada en este apartado será empleada en el presupuesto del presente trabajo.

- Condiciones de transporte

La correcta estiba de la carga es un factor determinante para realizar un transporte con seguridad, en este caso para el transporte se deberán de realizar las comprobaciones marcadas en la lista de comprobación de este apartado.

1. Conexión eléctrica del equipo para comprobación y apagado de la instalación según protocolo del fabricante.
2. Comprobación de la precarga del vaso de expansión.
3. Comprobación de la correcta sujeción de todos los elementos en la sala de calderas.
4. Material de conexión y accesorios colocados dentro de la sala de calderas.
5. Revisión del extintor de incendios y reposición en caso de deficiencias.
6. Llenado de depósito de inercia y las tuberías de toda la instalación.
7. Cerrado de todas las válvulas para evitar desplazamiento del fluido durante el transporte.
8. Limpieza del sumidero de evacuación.
9. Comprobación de válvulas de seguridad.
10. Comprobación de los cerramientos.

### 3.5 Conexionado a instalación existente

En todos los puntos anteriores se ha detallado el funcionamiento y el dimensionado del equipo de generación. Se ha mencionado en varias ocasiones que el circuito secundario, instalación receptora, será muy variado y que el equipo tiene la capacidad de adaptarse a las características de este. En el caso de instalaciones existentes siempre se buscará llegar a la sala de calderas, punto en el cual se realizará el conexionado para sustituir al grupo térmico existente de forma temporal.

#### 3.5.1 Tipología de las instalaciones receptoras

El objetivo del sistema planteado es dar servicio a instalaciones existentes con procesos de cambio en sus salas de caldera, averías o problemas de suministro. También uno de los objetivos es dar servicio a instalaciones aisladas como campamentos o despliegues de emergencia.

Antes de entrar a determinar los distintos sistemas, es importante definir las características para el conexionado. Las salas de caldera se pueden clasificar entre instalaciones con circuito primario y secundario o un único circuito que genera en instantáneo.

En el caso de instalaciones con circuito primario y secundario es necesario contar con un elemento que una ambos circuitos, ese elemento puede ser una aguja hidráulica, inercia o interacumulador en el caso de ACS. La aguja hidráulica tiene por objetivo separar hidráulicamente ambos circuitos, permitiendo así el trabajo con diferentes caudales y evitando realizar todo el recorrido de la instalación. El depósito de inercia, además de realizar la función de la aguja hidráulica, permite almacenar energía, haciendo que los ciclos de funcionamiento sean más largos y evitando los arranques y paros del generador térmico. El interacumulador en cambio, separa hidráulicamente ambos circuitos además de almacenar energía con el volumen del depósito.

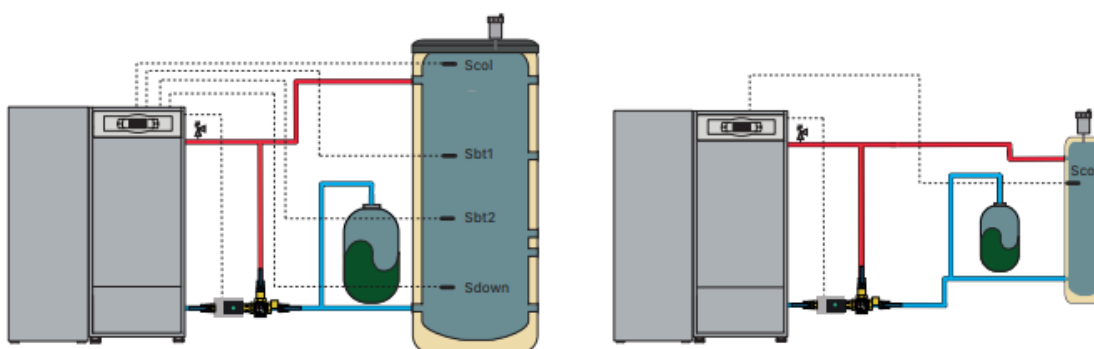


Ilustración 18 Esquema de principio con inercia, izquierda, y aguja hidráulica, derecha. (Domusa)

En el caso de instalaciones con generadores de gasóleo o gas disponen de un único circuito que da servicio al colector, del cual derivan los diferentes circuitos.

En este caso el sistema tiene su propio depósito de inercia de 1000 litros, para poder trabajar en instalaciones con los dos tipos de circuitos. La inercia amortiguará el funcionamiento del generador térmico y el circuito secundario del contenedor pasará a ser el primario de la sala de calderas y el único en casos de generación instantánea.

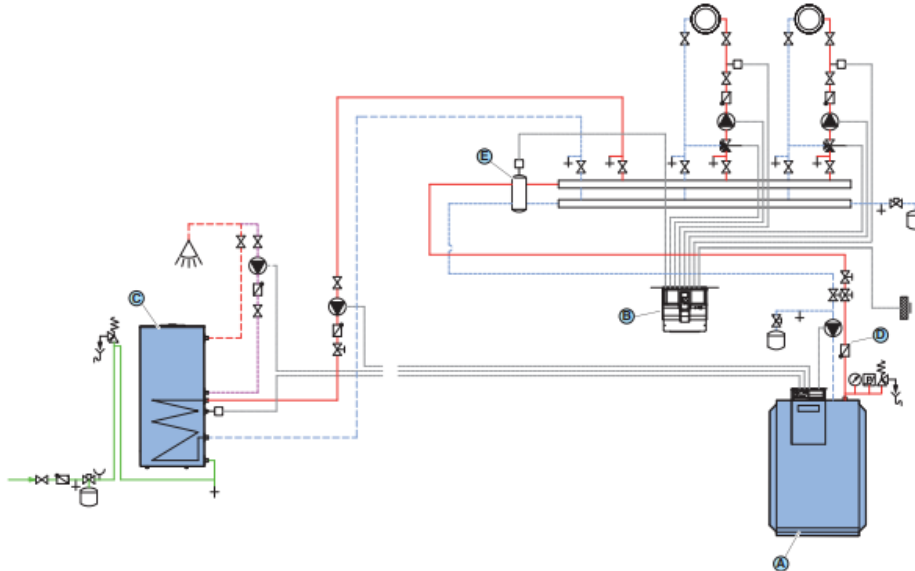


Ilustración 19 Esquema de principio instalación caldera gas (Buderus)

En cada una de las instalaciones los elementos de difusión térmica pueden ser muy variados y es en este apartado donde se realiza una explicación de los sistemas principales de instalaciones térmicas empleados en edificación.

- Radiadores: emisores térmicos normalmente de aluminio, los más antiguos son de fundición, cuya potencia es dependiente del número de elementos, así como de las dimensiones de estos y las temperaturas de trabajo. El tamaño más extendido de estos es de distancia entre ejes de 500 mm, con las siguientes características:

	Dimensiones		Emisión térmica UNE EN 442			Exponente n	Coeficiente Km	Presión máxima de funcionamiento bar
	A	B	T=50° C W	T=40° C W	T=30° C W			
XIAN 450 N	431	350	90,8	67,83	46,60	1,30483	0,55081	6
XIAN 600 N	581	500	122,9	91,66	62,08	1,31423	0,71897	6
XIAN 700 N	681	600	142,2	105,62	72,00	1,33400	0,77016	6
XIAN 800 N	781	700	160,2	119,93	81,00	1,33487	0,86447	6

Ilustración 20 Ficha técnica radiador Ferrolí XIAN N (Ferrolí)

Como se puede comprobar en la ilustración, la potencia del elemento es diferente según la temperatura de trabajo de la instalación. Con los 60kW que genera el equipo de este proyecto se podría dar servicio, con temperaturas de 50°C, 40°C y 30°C, a 488, 654 y 967 elementos, respectivamente. Las temperatura indicadas son las medias del radiador. La temperatura de entrada es de 70°C. Con estos valores es posible definir las instalaciones receptoras.

- Fancoils: es un equipo aire-agua compuesto, en términos generales, por una batería de intercambio y un ventilador. En este caso las instalaciones receptoras solo podrán funcionar en modo calefacción, pero estos sistemas tienen la capacidad de dar frío con equipos generadores de frío.

Gracias al ventilador centrífugo el aire pasa en primer lugar por un filtro, atraviesa la batería y sale a la estancia. Es posible encontrar fancoil a dos y cuatro tubos, el primero funcionará en frío o en calor según esté configurado el termostato. En el caso de instalaciones a cuatro tubos, al tener duplicidad de instalación es posible seleccionar el modo de funcionamiento por estancia. Es importante remarcar que en frío se produce la condensación en la batería al retirar humedad del aire y hay que canalizar esos condensados.



Ilustración 21 Fancoil suelo pared (DAIKIN)

Las potencias disponibles en los equipos son muy variadas y como se puede comprobar en la tabla del fabricante, las potencias están muy escalonadas para conseguir adaptar el equipo a las necesidades concretas de cada estancia. El dato verdaderamente importantes es la temperatura de impulsión a la cual está calculada la potencia que aparece en la tabla, en este caso es de 50 °C. El salto térmico aproximado en la batería es de 5 °C. Si el sistema propuesto en este trabajo funcionase en una instalación con fancoils, se debería ajustar al doble de caudal ya que el salto térmico es de la mitad.

UNIDAD DE SUELO/TECHO CON ENVOLVENTE (2 TUBOS / 4 TUBOS)			FWL01DT	FWL15DT	FWL02DT	FWL25DT	FWL03DT	FWL35DT	FWL04DT	FWL06DT	FWL08DT	FWL10DT
Capacidad (2 tubos) (A)	Total Refrig.	kW	1,54	1,74	1,96	2,42	2,93	3,51	4,33	4,77	6,71	8,02
	Sensible Refrig.	kW	1,2	1,3	1,42	1,88	2,11	2,72	3,15	3,65	4,91	5,96
	Calefacción	kW	2,14	2,2	2,57	3,2	3,81	4,78	5,1	5,95	7,83	10,03
Consumo Total (A)		W	37	53	53	57	56	98	98	98	182	244
Caudal de aire (A/B)		m <sup>3</sup> /h	319/178	344/211	344/211	442/241	442/241	640/320	706/361	785/470	1.011/570	1.393/642
Dimensiones	AlxAxAn.xF.	mm	564/774/226	564/774/226	564/774/226	564/987/226	564/987/226	564/1.194/226	564/1.194/226	564/1.194/226	564/1.404/251	564/1.404/251
Peso (en funcionamiento)		kg	20	21	21	27	27	32	32	33	44	44
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	45 / 35	49 / 38	50 / 38	48 / 35	47 / 33	52 / 35	52 / 35	56 / 43	58 / 44	64 / 48

Tabla 10 Características modelo FWL a 50 °C (DAIKIN)

- Suelo radiante refrescante: sistema de calefacción, principalmente, que consiste en convertir la superficie de la estancia en un emisor térmico de baja temperatura. El suelo radiante está compuesto por una placa aislante, sobre esta placa se colocan las tuberías por las cuales circulará el agua tratada térmicamente, todas las tuberías se conectan al colector. Sobre la placa y la tubería se ejecuta una

solera de mortero de 5 centímetros generalmente. A mayor espesor mayor inercia térmica de la instalación.

La temperatura de trabajo de los sistemas radiantes se encuentra entre 35 °C y 45 °C grados.

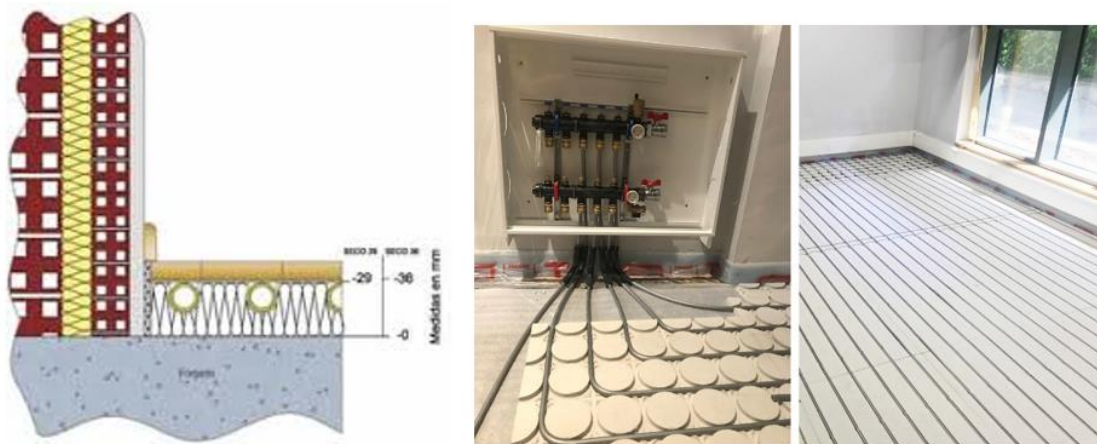


Ilustración 22 Detalle suelo radiante (Polytherm)

- UTA: Es el acrónimo de Unidad de Tratamiento de Aire, el funcionamiento en lo que a generación respecta es similar a un fancoil ya que en el interior de la unidad existen diferentes baterías, que generan el calor y frío necesario para realizar los tratamientos del aire. En este caso el equipo del presente trabajo únicamente genera calor y daría servicio a instalaciones con demanda en calefacción. Si es cierto que las UTA además de tratar térmicamente el aire retiran o aportan humedad a este, modificando el valor de humedad relativa. Las unidades de tratamiento de aire se encuentran instaladas en grandes edificaciones y la distribución se realiza mediante aire. La temperatura de trabajo es de 45 °C.

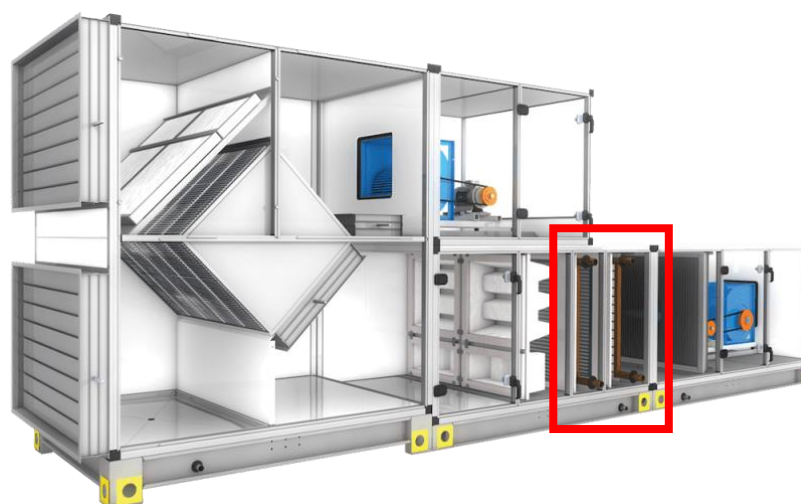


Ilustración 23 UTA, batería de agua indicadas (Lennox)

Existe la posibilidad que para instalaciones cuyas dimensiones un sistema no sea capaz de generar la potencia necesaria, sean colocados en cascada para poder cubrir la demanda. Esta conexión se debe realizar con un colector equipado con una centralita que comande las dos unidades generadoras.

### 3.5.2 Requisitos mínimos para la puesta en marcha

El sistema planteado en este proyecto tiene la ventaja de poder trabajar contra varias instalaciones, pero esa versatilidad conlleva tener bajo control una serie de variables que garanticen el correcto funcionamiento de la instalación. Las condiciones que se deben vigilar son las siguientes:

- Temperatura de impulsión:

Como se ha comentado en los apartados de las diferentes instalaciones receptoras, la temperatura de impulsión dependerá del tipo de emisor térmico. Para poder realizar el ajuste, en el circuito secundario existe una válvula mezcladora con selector de temperatura que permite ajustar la temperatura de impulsión según las necesidades. La temperatura de trabajo no son las mismas que las de impulsión ya que en las canalizaciones se producen pérdidas de calor.

Tipo de instalación	Temperatura trabajo	Temperatura impulsión
Radiadores	70 °C	75 °C
Fancoils	50 °C	55 °C
Suelo radiante	45 °C	50 °C
UTA	45 °C	50 °C

Tabla 11 Ajustes de temperatura según tipología instalación

- Caudal de impulsión

La válvula de tres vías mezcladora permitirá que la temperatura de la instalación se ajuste, pero un correcto caudal permite aprovechar al máximo la potencia del sistema ya que los ciclos de funcionamiento en este caso serán mucho más largos. Al igual que en el apartado anterior, se detalla en la tabla adjunta los caudales correctos para cada tipo de instalación.

Tipo de instalación	$\Delta T$	Caudal
Radiadores	20 °C	2,58 m <sup>3</sup> /h
Fancoils	6 °C	8,4 m <sup>3</sup> /h
Suelo radiante	8 °C	6,45 m <sup>3</sup> /h
UTA	6 °C	8,4 m <sup>3</sup> /h
Generación ACS (instantáneo)	50 °C	1,03 m <sup>3</sup> /h

Tabla 12 Ajuste del caudal según tipología instalación

- Distancia a sala de calderas



Por último, según la instalación, el caudal tendrá un valor concreto y en consecuencia es necesario tener en cuenta las pérdidas de carga generadas para poder determinar la distancia máxima hasta el punto de conexión.

Tipo de instalación	Caudal	Altura bomba	Tamaño canalización	Distancia (ida y retorno)
Radiadores	2,58 m <sup>3</sup> /h	8,5 m	DN32	275 m
Fancoils	8,4 m <sup>3</sup> /h	4 m	DN50	80 m
Suelo radiante	6,45 m <sup>3</sup> /h	6 m	DN50	180 m
UTA	8,4 m <sup>3</sup> /h	4 m	DN50	80 m

Tabla 13 Longitudes máximas conexión hidráulica

El conexionado de la unidad con la instalación se realizará con tubería en rollo de polietileno reticulado, de alta resistencia a la temperatura y con la coquilla correspondiente según norma.

### 3.5.3 Normativa de aplicación

En este apartado se recogen las diferentes normas de aplicación:

- RITE, Reglamento para Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- REBT, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- CTE, código técnico de la edificación
- ISO 668, estandarización dimensiones internas y externas contendor.
- UNE-EN 1856-1:2010 Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares.
- UNE 100155:2004 Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.



## 4 Conclusiones

Los objetivos del presente Trabajo Fin de Grado era plantear una opción real, viable y novedosa, se ha podido comprobar que en el mercado existen opciones que permiten generar energía térmica y eléctrica con diferentes combustibles.

En primer lugar, se puede remarcar que en el mercado existen sistemas de generación térmica con biomasa, albergados en un contenedor que tienen por objetivo su desplazamiento hasta el lugar permanente de funcionamiento e instalarse de forma definitiva, por tanto, en ese caso se da un factor diferencial que es la facilidad de transporte.

En lo referente al almacenamiento, en los sistemas existentes la capacidad de almacenamiento de combustible es muy reducida ya que se emplean contenedores más pequeños y el espacio dedicado a la sala de calderas es mayor. En este caso el contenedor es más grande y la sala de calderas ha sido optimizada. Con el silo calculado el tiempo de funcionamiento es de 20 días de forma ininterrumpida, optimizando los costes por suministro.

La generación eléctrica de forma aislada se cubre con grupos electrógenos que tienen una potencia mucho mayor que el sistema propuesto en este trabajo pero el objetivo del equipo es cubrir la demanda valle y no dar una autonomía eléctrica a la instalación receptora en caso de potencias muy elevadas. Con este planteamiento se consigue tener un sistema autosuficiente en lo que a electricidad se refiere y permite ahorrar consumo eléctrico proveniente de la red.

Biomasa, es la gran ventaja del sistema ya que ofrece dos elementos diferenciales que son la calificación verde del sistema y el ahorro económico para la generación.

La biomasa está catalogada como recurso renovable siempre y cuando provenga de residuos forestales y agrarios pudiendo obtener un etiquetado de energía limpia y siendo de aplicación para muchas instalaciones que deben cumplir con estos requisitos.

Sin duda el ahorro económico es algo a tener en cuenta ya que frente al gas y a la gasolina es muy significativo mientras que para el diésel se encuentra muy equilibrado pero el resto de las ventajas siguen estando presentes.

En lo que respecta a legislación también es una ventaja ya que el combustible empleado no tiene riesgo de explosión ni emisión de CFC, por tanto, su manipulación e instalación será mucho más sencilla que aquellos que usan gas, gasóleo o gasolina.

El ruido ha sido un factor a tener en cuenta durante el desarrollo del presente trabajo ya que este sistema tiene una emisión de ruidos asociada muy baja frente a otras alternativas.

Una de las contras del combustible empleado es el mantenimiento asociado al mismo ya que este requiere de limpieza exhaustivas cada poco tiempo para evitar el deterioro del sistema. La cenizas derivadas del proceso de combustión deberán ser retiradas del cenicero en los tiempos indicados por el fabricante. Además, el proceso de combustión





requiere de una chimenea para la evacuación de los gases de la combustión que son más vistosos que los de un grupo de gas o gasolina.

Una de las posibles líneas futuras de trabajo es la implantación de un sistema de control que permita sensorizar por completo el sistema, pudiendo tener bajo supervisión variables como temperatura, presión, caudal, nivel de combustible etc. Además de poder leer datos es interesante poder actuar sobre los sistemas, es por ello que plantear actuadores en las válvulas, bombas y caldera permitirá gestionar el sistema de forma remota, evitando costes derivados de visitas para realizar estos trabajos.

Dentro de la implantación del sistema de control cabe la creación de sistemas que permitan la instalación en cascada de varias unidades para poder dar servicio a instalaciones de mayor tamaño.

Las cenizas derivadas de la combustión actualmente son un residuo, pero se podría trabajar en un futuro en el aprovechamiento de estas para conseguir un producto para otro proceso.



## 5 Bibliografía

Alexander, C.K. y Sadiku, M. *Fundamentos de circuitos eléctricos*.

Arco. *Pérdidas de carga en tuberías*.

<https://blog.valvulasarco.com/que-es-la-perdida-de-carga-en-tuberias>

BESEL, S.A. (Departamento de Energía). 2007. *Biomasa: Gasificación*. Madrid : IDAE, 2007.

Fco. Javier Rey Martínez, Julio Fco. San José Alonso, Eloy Velasco Gómez, Ana Tejero, Manuel Andrés. *Ingeniería Térmica*.

Grundfos. *Catálogo*.

<https://product-selection.grundfos.com/es>

Hargassner. *Catálogo*.

<https://www.hargassner.at/en/references/chp.html>

Lapesa. *Catálogo*.

<https://www.lapesa.com/es/depositos-para-agua-caliente-sanitaria-produccion-y-acumulacion>

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)*.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)*.

White, Frank M. 5ª edición. *Mecánica de Fluidos*. s.l. : McGrawHill, 5ª edición.





## 6 Anexos

### 6.1 Planos

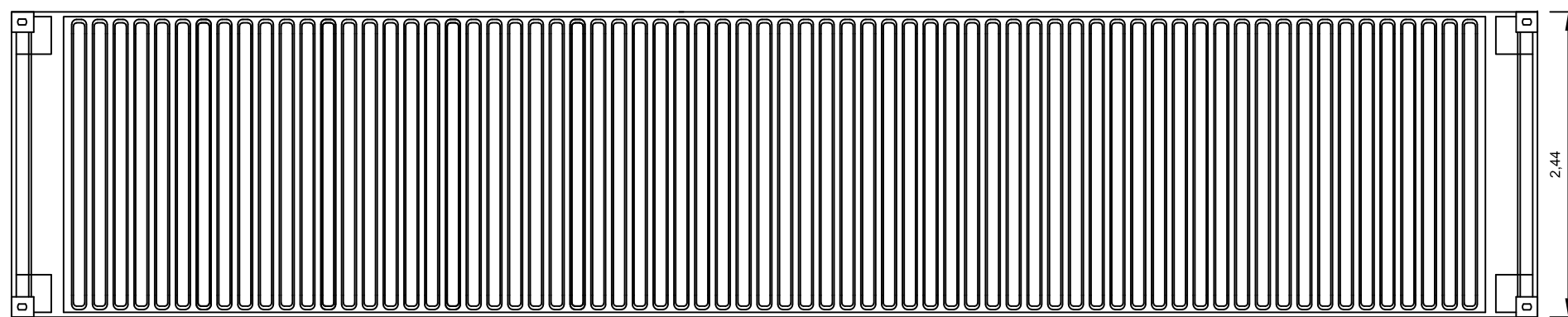
### 6.2 Precios descompuestos

### 6.3 Presupuesto y mediciones

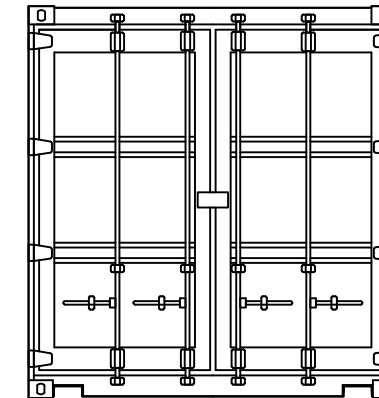
### 6.4 Resumen presupuesto



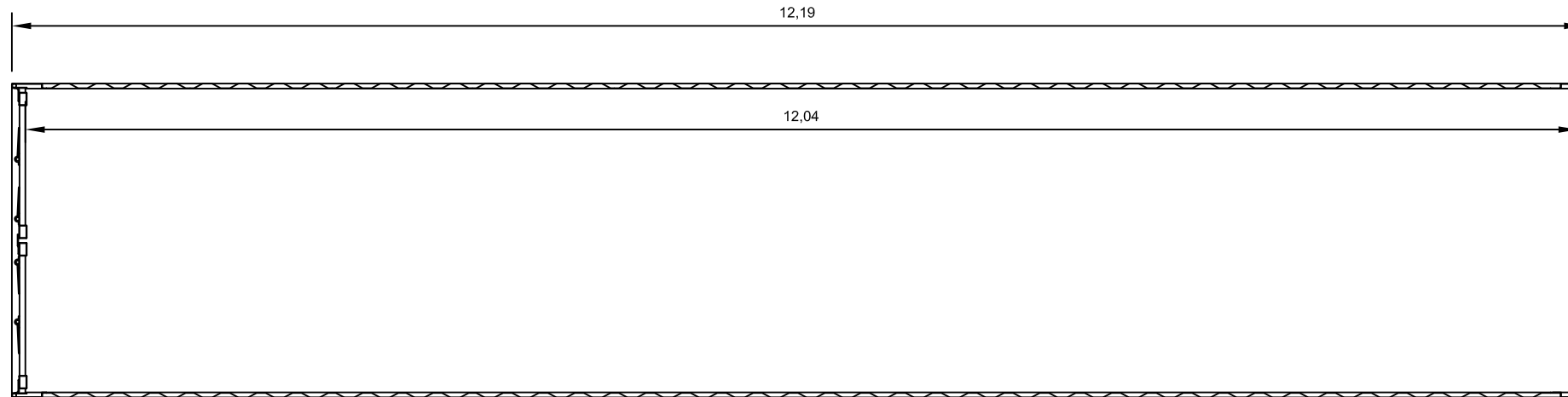
## PLANOS



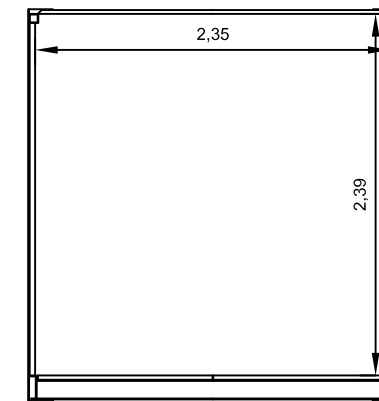
Vista aérea



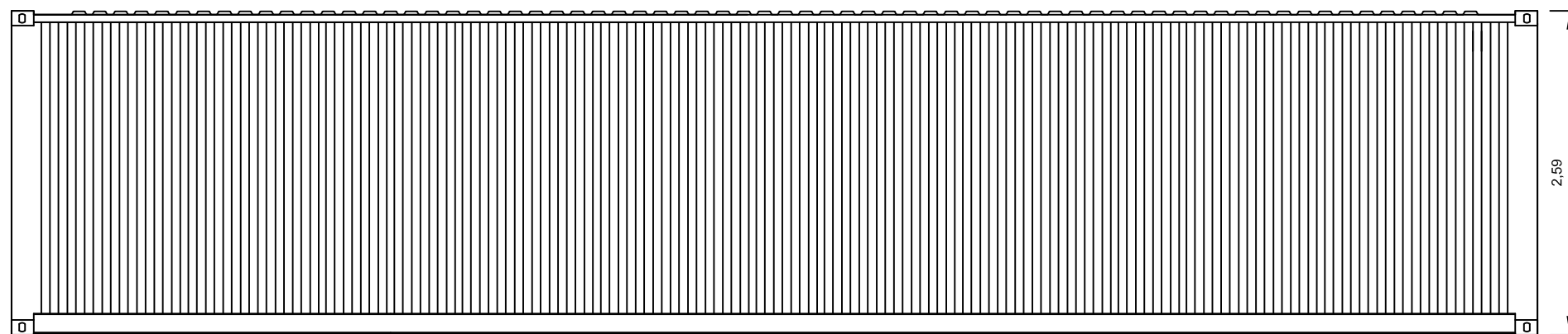
Vista frontal



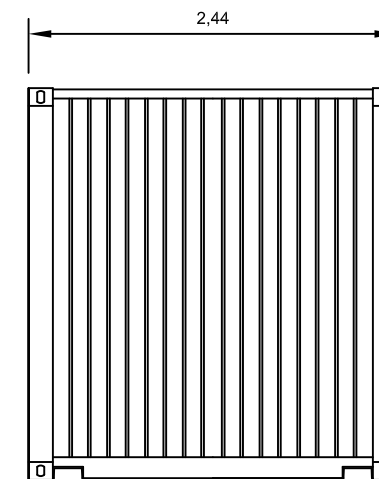
Sección longitudinal



Sección transversal



Vista lateral



Vista trasera

Contenedor marítimo 40'  
3.800 kg

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Universidad de Valladolid  
Paseo del Cauce 59, 47011, Valladolid



**DISEÑO DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA CON BIOMASA**

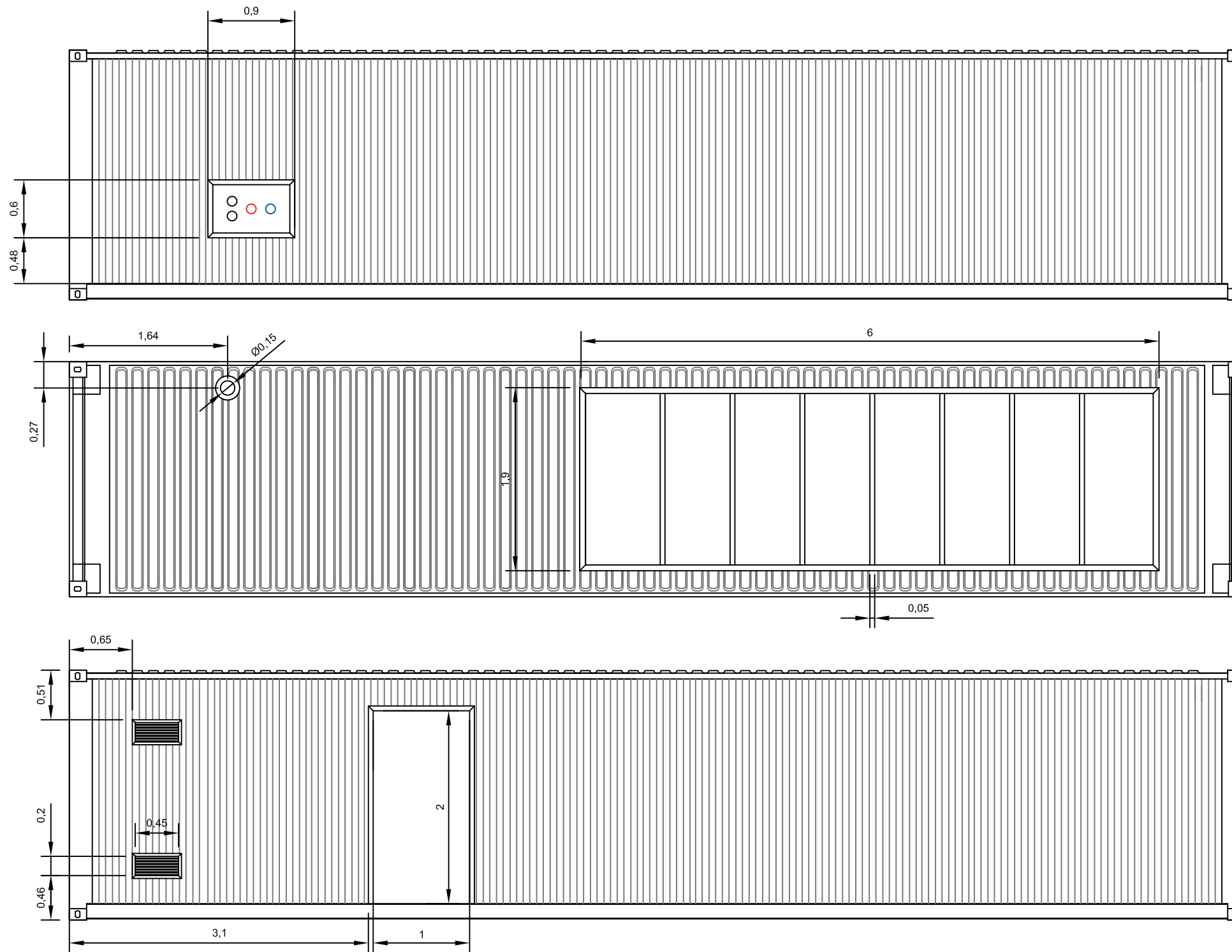
CÓDIGO DEL TFG: 1637

TUTOR:  
JESÚS ANGEL PISANO ALONSO  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

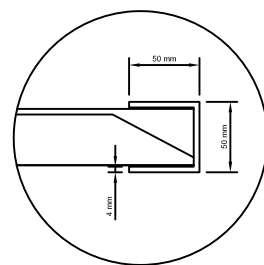
ESTUDIANTE:  
  
Fdo. Pablo San Juan Arauzo



1. CONTENEDOR MARÍTIMO

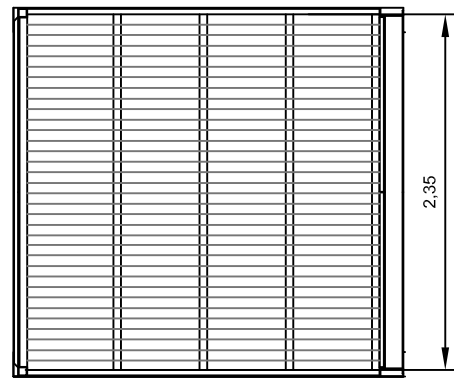
Version: 1  
ESCALA: 1/50  
FECHA: JUNIO 2021



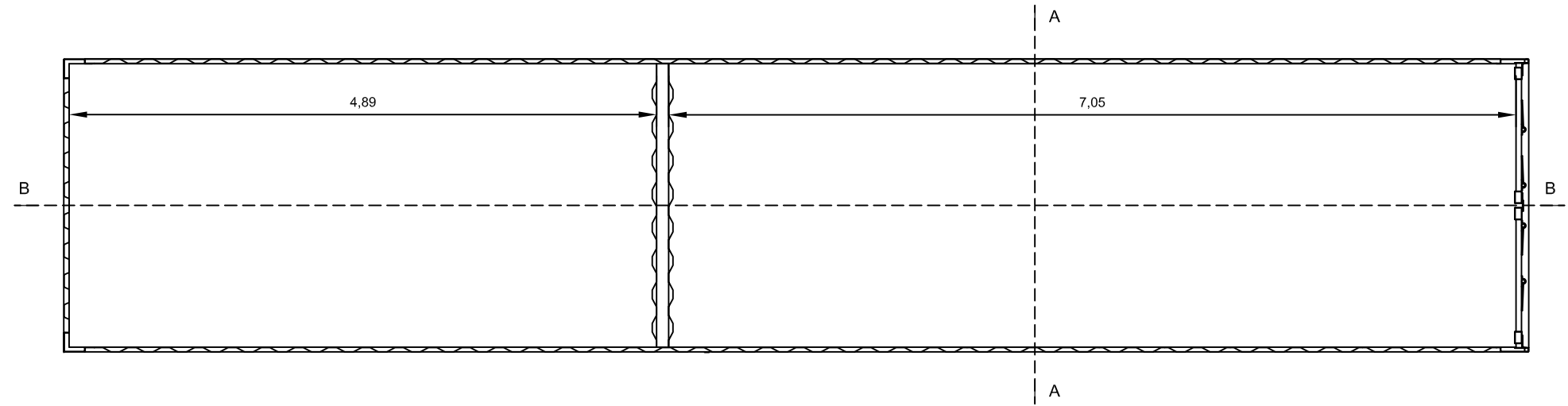
DETALLE REMATE CON PERFIL EN U DE APERTURAS:



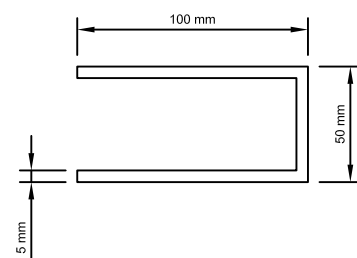
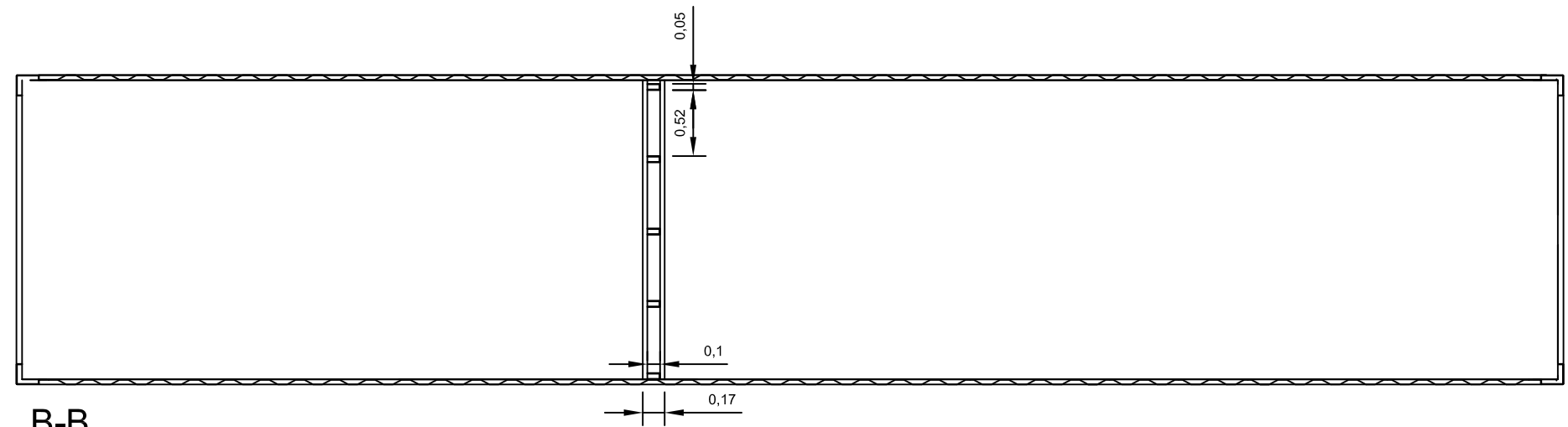
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES Universidad de Valladolid Paseo del Cauce 59, 47011, Valladolid		
<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA CON BIOMASA</b>		
CÓDIGO DEL TFG: 1637		
TUTOR:  <b>JESÚS ANGEL PISANO ALONSO</b> DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA	ESTUDIANTE:   <b>Fdo. Pablo San Juan Arauzo</b>	
2. ACTUACIONES EXTERNAS CONTENEDOR	Version: 1	ESCALA: 1/50 FECHA: JUNIO 2021



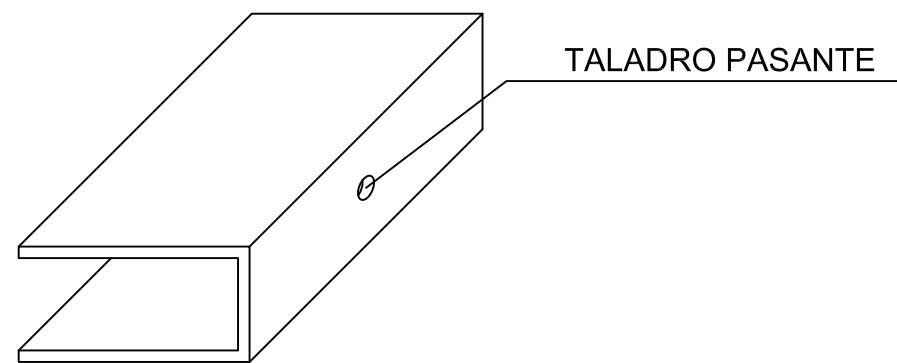
A-A





B-B

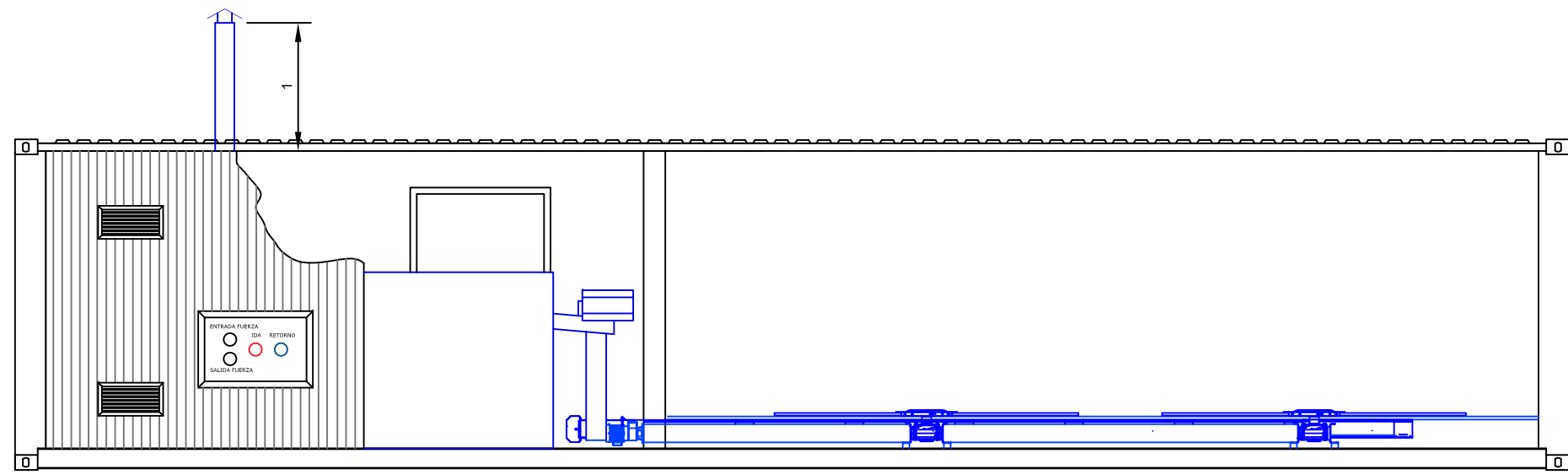
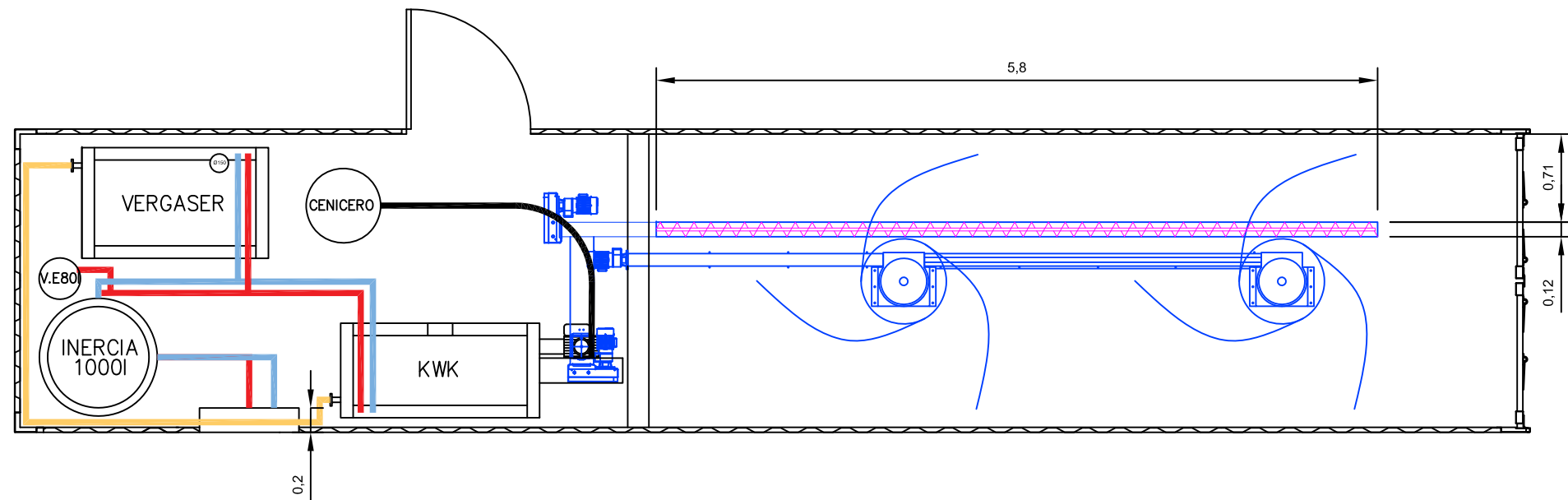


SECCIÓN PERFIL  
SOPORTACIÓN

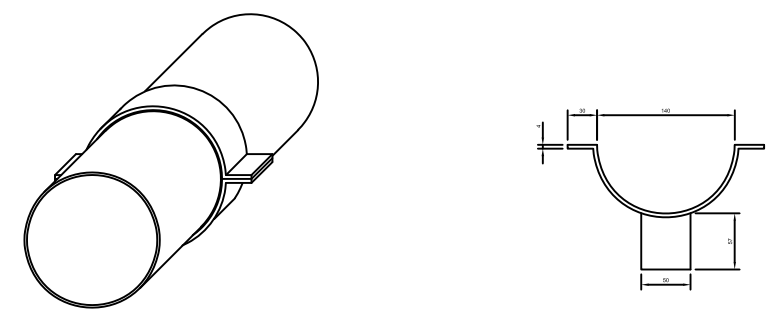


ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES Universidad de Valladolid Paseo del Cauce 59, 47011, Valladolid		
<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA CON BIOMASA</b>		
CÓDIGO DEL TFG: 1637		
TUTOR:  JESÚS ANGEL PISANO ALONSO DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA	ESTUDIANTE:   Fdo. Pablo San Juan Arauzo	
3. ACTUACIONES INTERNAS CONTENEDOR	Version: 1	ESCALA: 1/50 FECHA: JUNIO 2021

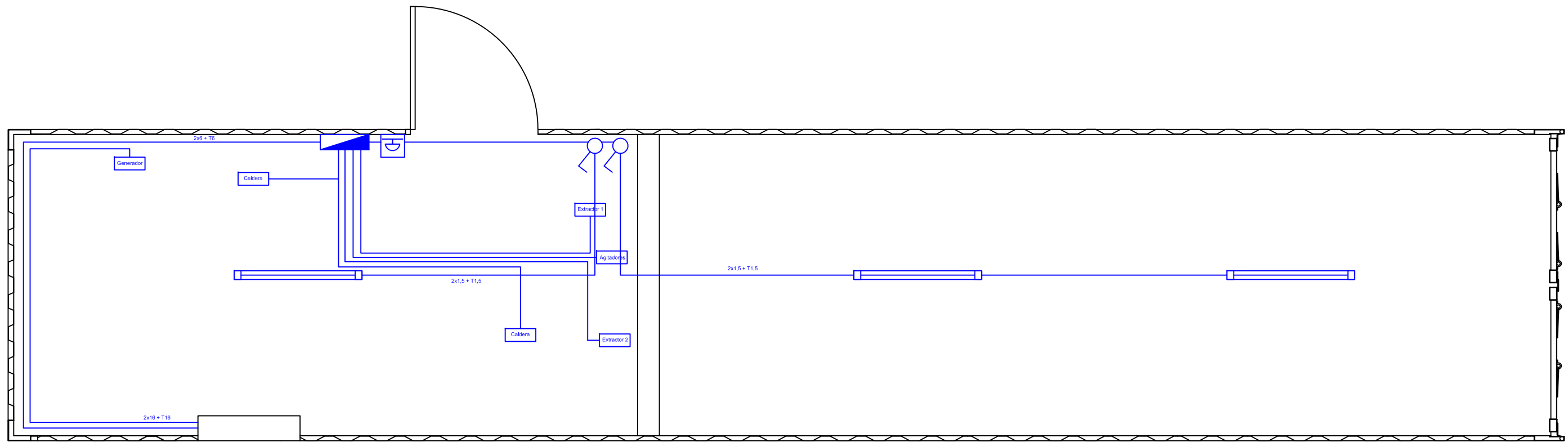








DETALLE SOPORTACIÓN EJE TRANSMISIÓN





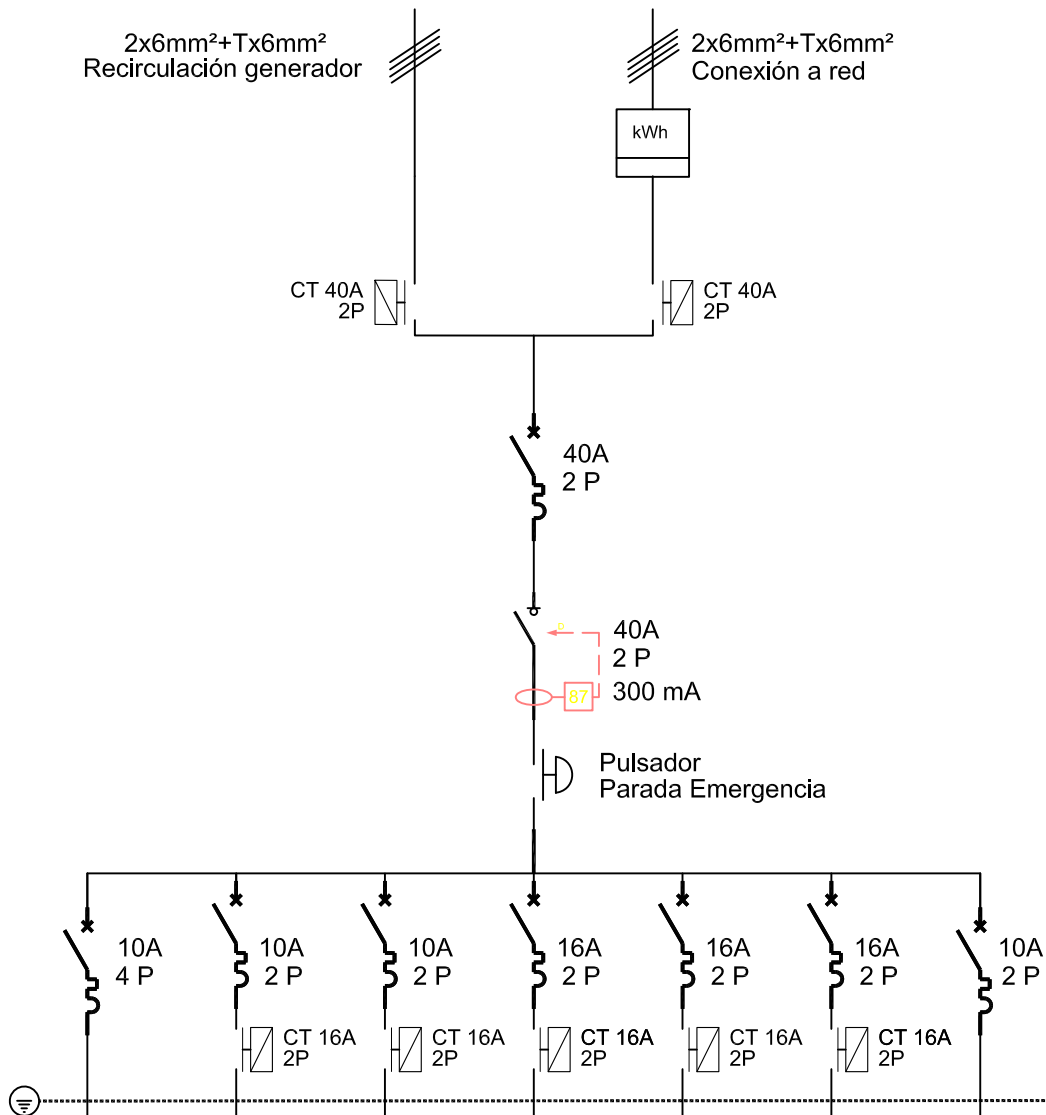
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES Universidad de Valladolid Paseo del Cauce 59, 47011, Valladolid		
<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA CON BIOMASA</b>		
CÓDIGO DEL TFG: 1637		
TUTOR: JESÚS ANGEL PISANO ALONSO DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA	ESTUDIANTE:  <b>Fdo. Pablo San Juan Arauzo</b>	
4. INSTALACIÓN BIOMASA	Version: 1	ESCALA: 1/50 FECHA: JUNIO 2021



## LEYENDA

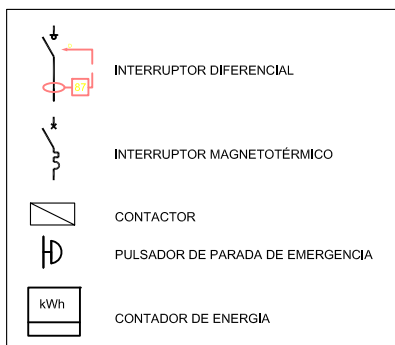
	CUADRO ELÉCTRICO
	INTERRUPTOR SIMPLE
	LUMINARIA
	SETA PARO EMERGENCIA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES Universidad de Valladolid Paseo del Cauce 59, 47011, Valladolid		
<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA CON BIOMASA</b>		
CÓDIGO DEL TFG: 1637		
TUTOR:  <b>JESÚS ANGEL PISANO ALONSO</b> DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA	ESTUDIANTE:   <b>Fdo. Pablo San Juan Arauzo</b>	
5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	Version: 1	ESCALA: S/E FECHA: JUNIO 2021



CIRCUITO Nº	1	2	3	4	5	6	7
SERVICIO	CALDERA	BOMBA 1	BOMBA 2	EXTRACTOR 1	EXTRACTOR 2	AGITADORES	ALUMBRADO
TIPO SALIDA	FUERZA	FUERZA	FUERZA	FUERZA	FUERZA	FUERZA	ALUMBRADO
POTENCIA SIMULTÁNEA Kw.	0,500	0,068	0,185	1,500	1,500	1,500	0,300
TENSIÓN V.	230	230	230	230	230	230	230
F.de P.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
INTENSIDAD DEMANDADA A.	2,72	0,37	1,01	8,15	8,15	8,15	1,30
52: CALIBRE A	10	10	10	16	16	16	10
87: mA, Clase A	300 mA	300 mA	300 mA	300 mA	300 mA	300 mA	300 mA
AISLAMIENTO	RZ-1 0,6/1kV	RZ-1 0,6/1kV	RZ-1 0,6/1kV	RZ-1 0,6/1kV	RZ-1 0,6/1kV	RZ-1 0,6/1kV	RZ-1 0,6/1kV
Nº CONDUCTORES/FASE	1	1	1	1	1	1	1
COMPOSICIÓN UNITARIA EN Cu.	2x2,5 + 2,5T	2x1,5 + T1,5	2x1,5 + T1,5	2x2,5 + 2,5T	2x2,5 + 2,5T	2x2,5 + 2,5T	2x1,5 + T1,5
LONGITUD m.	2	2,5	3	2,8	2,8	2,8	6

### LEYENDA



## ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Universidad de Valladolid  
Paseo del Cauce 59, 47011, Valladolid



## DISEÑO DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA CON BIOMASA

CÓDIGO DEL TFG: 1637

TUTOR:

JESÚS ÁNGEL PISANO ALONSO  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESTUDIANTE:

Fdo. Pablo San Juan Arauzo

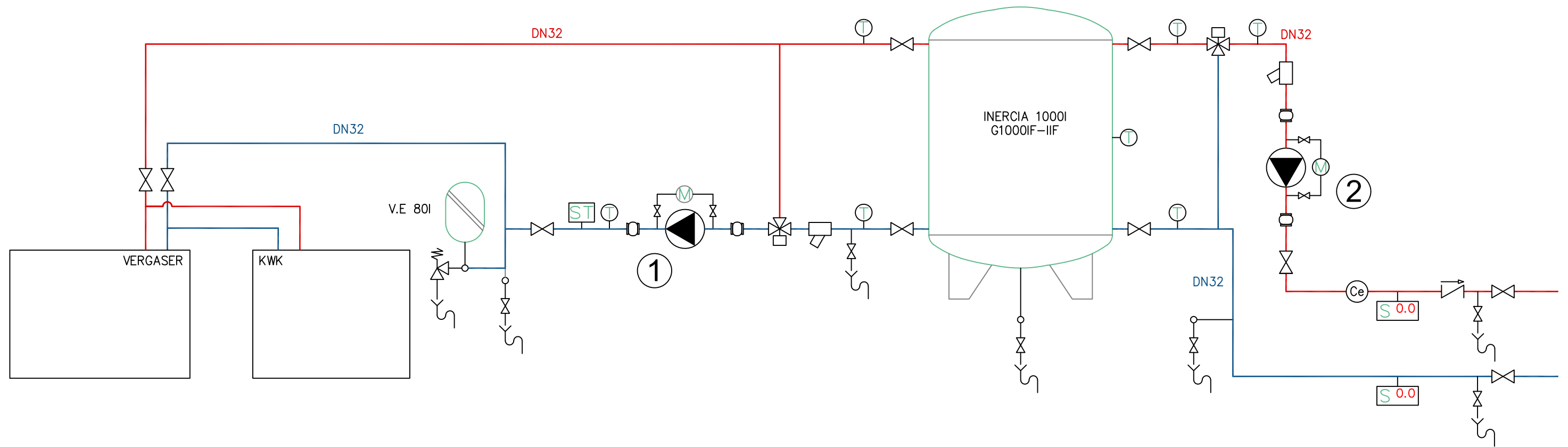
6. ESQUEMA UNIFILAR

Version:

1

ESCALA: S/E

FECHA: JUNIO 2021



### LEYENDA

	GENERADOR		VASO EXPANSIÓN		DEPOSITOS DE INERCIA
①	MARCA: GRUNDFOS MOD: MAGNA3 30-40		TERMÓMETRO		SONDA DE TEMPERATURA
②	MARCA: GRUNDFOS MOD: MAGNA3 25-120		MANÓMETRO		FILTRO
	VALVULA DOS VIAS		VACIADO		VALVULA ANTIRRETORNO
	CONTADOR AGUA		VALVULA DE SEGURIDAD		AMORTIGUADORES ANTIVIBRATORIOS
	VALVULA TRES VIAS MOTORIZADA		CONTADOR ENERGÍA		

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Universidad de Valladolid  
Paseo del Cauce 59, 47011, Valladolid



**DISEÑO DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA CON BIOMASA**

CÓDIGO DEL TFG: 1637

TUTOR:

JESÚS ANGEL PISANO ALONSO  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESTUDIANTE:

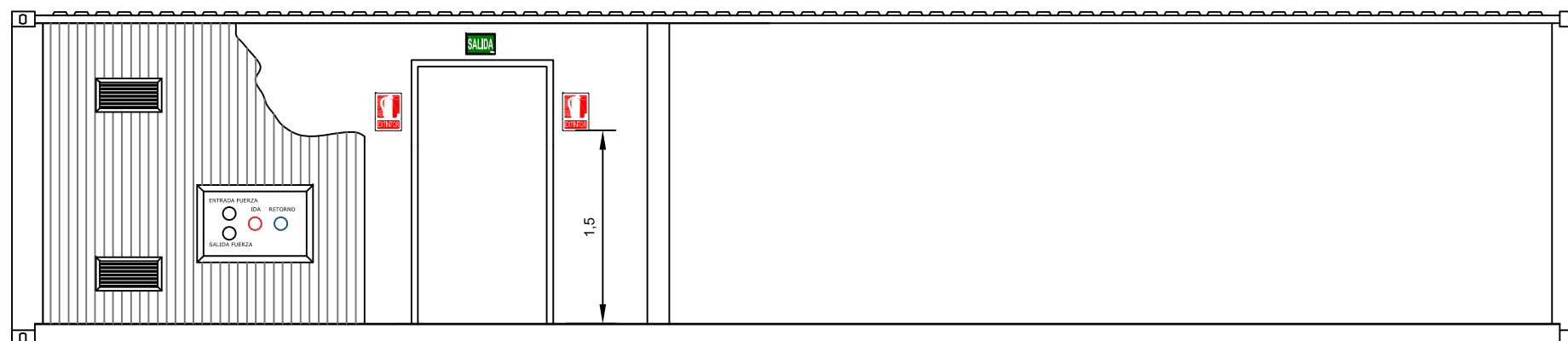
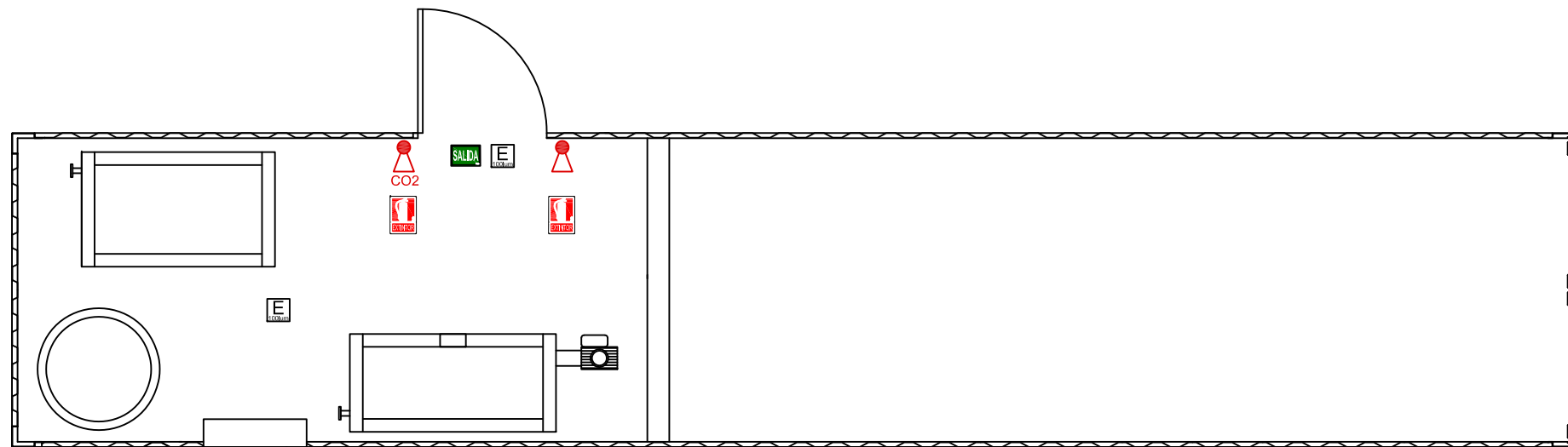
*[Handwritten signature]*

*Fdo. Pablo San Juan Arauzo*

7. ESQUEMA PRINCIPIO

Version:  
1

ESCALA: 1/50  
FECHA: JUNIO 2021




LEYENDA

	EXTINTOR		LUMINARIA DE EMERGENCIA
	SEÑALIZACIÓN SALIDA		SEÑALIZACIÓN EXTINTOR

**DISEÑO DE UN SISTEMA PORTÁTIL PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA CON BIOMASA**

CÓDIGO DEL TFG: 1637

TUTOR:  
 JESÚS ANGEL PISANO ALONSO  
 DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESTUDIANTE:  
  
 Fdo. Pablo San Juan Arauzo

8. PCI

Version: 1  
 ESCALA: 1/50  
 FECHA: JUNIO 2021



## PRECIOS DESCOMPUESTOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>CAPÍTULO 01 CONTENEDOR</b>					
<b>0101</b>	<b>u</b>	<b>CONTENEDOR MARÍTIMO</b>			
		Suministro y colocación en fábrica de contenedor de 40 pies, apoyado sobre el suelo. Criterio de medición, la unidad colocada en fábrica.			
O010A090	1,00 h	Cuadrilla carga y descarga	57,10	57,10	
M07CG010	8,00 h	Camión transporte y elementos de descarga	100,00	800,00	
P29CM041	1,00 u	Contenedor marítimo 40 pies reutilizado	1.495,95	1.495,95	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>2.353,05</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL TRESCIENTAS CINCUENTA Y TRES EUROS con CINCO CÉNTIMOS.

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

### CAPÍTULO 02 ADECUACIÓN CONTENEDOR

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0201</b>	<b>m2</b>	<b>APERTURA DE HUECOS</b> Apertura de hueco en contenedor de acero, con medios manuales, sin afectar a la estabilidad del contenedor, y carga manual sobre camión o depósito para traslado a gestor autorizado. El precio incluye el corte previo del contorno del hueco, pero no incluye el montaje y desmontaje del apeo del hueco ni la colocación de cercos.			
020101	0,50 h	Oficial 1ª cerrajero	19,89	9,95	
020102	0,50 h	Ayudante cerrajero	18,70	9,35	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>19,30</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS.

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0202</b>	<b>m</b>	<b>PREPARACIÓN HUECOS</b> Preparación de huecos con perfilera de acero en U de dimensiones 50x50, incluyendo soldadura TIG y repaso de remates.			
020201	1,00 kg	Perfil U 50x50	0,82	0,82	
020202	0,20 h	Equipo cerrajero montaje	53,21	10,64	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>11,46</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0203</b>	<b>m2</b>	<b>ACRÍLICO AL DISOLVENTE SECADO RÁPIDO</b> Sistema protector antioxidante de acabado satinado, formulado con resinas acrílicas en disolventes orgánicos, previa cepillado de la superficie St 2 (ISO 8501-1:1998) y con superficie limpia, seca y libre de cualquier contaminación, aplicación de una mano de la imprimación antioxidante alquídica con fosfato de zinc y dos manos de imprimación acrílica. siguiendo las instrucciones de aplicación y preparación del soporte.			
001OB230	0,15 h	Oficial 1ª pintura	19,71	2,96	
001OB240	0,15 h	Ayudante pintura	18,07	2,71	
P25RO120	0,13 l	Imprimación alquídica de secado rápido	4,92	0,64	
P25FE130	0,29 l	Imprimación acrílica protección acero/hormigón	6,78	1,97	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>8,28</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS.

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0204</b>	<b>u</b>	<b>REJILLA VENTILACIÓN</b> Rejilla para ventilación natural de sala de caldera según exigencias RITE. Marca Madel modelo DMT-X 450x200. Totalmente instalado; i/p.p. de material de fijación y medios auxiliares. Conforme a CTE DB HS-3.			
001OB150	0,05 h	Oficial 1ª carpintero	20,90	1,05	
P21Z040	1,00 u	DMT-X 450x200	11,00	11,00	
%PM0100	1,00 %	Pequeño Material	12,00	0,12	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>12,17</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS.



## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0205</b>	<b>u</b>	<b>PUERTA CHAPA LISA 200x100</b> Puerta de chapa lisa abatible de una hoja de 200x100 cm de medidas totales, y cierre antipánico, realizada con doble chapa de acero galvanizado de 1 mm de espesor y panel intermedio, rigidizadores con perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar, cerradura con manillón de nailon, cerco de perfil de acero, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería). Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
O01OB130	0,90 h	Oficial 1ª cerrajero	19,89	17,90	
O01OB140	0,90 h	Ayudante cerrajero	18,70	16,83	
P13P180	1,00 u	Puerta de chapa lisa abatible de una hoja de 100x200	258,75	258,75	
P13P460	1,00 u	Cierre antipánico	54,70	54,70	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>348,18</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTAS CUARENTA Y OCHO EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS.

<b>0206</b>	<b>m2</b>	<b>REJA TUBO ACERO D=50mm</b> Reja metálica realizada con barrotes verticales separados cada 78 cm de tubo de acero de D=50 mm soldados a dos perfiles U de acero laminado en frío de 50x50 mm, soldados entre si, elaborada en fábrica y montaje igual. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
O01OB130	0,40 h	Oficial 1ª cerrajero	19,89	7,96	
O01OB140	0,40 h	Ayudante cerrajero	18,70	7,48	
P13DRA030	1,00 m2	Tubo acero D=50	18,55	18,55	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>33,99</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

<b>0207</b>	<b>u</b>	<b>PARTICIÓN INTERIOR</b> Fabricación in situ de pared divisoria entre silo y sala de calderas. Ejecutada con perfiles UPN 100 y con cerramiento con chapa colaborante. Incluyendo uniones mediante tornillo rosca chapa con taladro previo.			
020101	3,00 h	Oficial 1ª cerrajero	19,89	59,67	
020102	3,00 h	Ayudante cerrajero	18,70	56,10	
P03ALN080	11,46 m2	Chapa perfilada colaborante ACH 60/220 e=0,8 mm	10,85	124,34	
P03ALP122	11,75 kg	Perfil UPN de 100 mm	2,33	27,38	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>267,49</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS SESENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

<b>0208</b>	<b>u</b>	<b>BANDA LATERALES TEFLÓN</b> Suministro e instalación de bandas laterales de teflón para evitar roces de las ballestas con el perímetro del silo. Incluye elementos de fijación.			
020101	0,25 h	Oficial 1ª cerrajero	19,89	4,97	
te300	1,00 u	Bandas de teflón 200x1000mm	23,55	23,55	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>28,52</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

### CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN TÉRMICA

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0301</b>	<b>u</b>	<b>EQUIPO COGENERACIÓN CHP</b>			
		Equipo de cogeneración de la marcha Hargassner, modelo CHP, compuesto por unidad gasificadora y unidad de potencia, fabricada en acero de altas prestaciones, de alta eficiencia y bajas emisiones, de 20 kW de potencia eléctrica y 60kW de potencia térmica, para el servicio de calefacción por agua caliente y generación eléctrica, compatible con sistemas de calefacción convencionales y de agua caliente sanitaria (A.C.S.). Combustión de leña por gasificación, con ventilador exhaustor, sobrealimentación, con llama de combustión inversa e intercambiador de acero. Equipada con panel de control, válvulas de seguridad de apertura y cierre de compuertas y apagado automático a falta de combustible. Equipo conforme a UNE-EN 303-5; totalmente instalada, probada y funcionando; i/p.p. de conexiones hidráulicas, eléctricas, piezas, materiales y medios auxiliares necesarios para su montaje. Equipo con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011 e instalado según RITE y CTE DB HE.			
O01OB170	8,00 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	168,24	
O01OB180	8,00 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	153,28	
P20CBL010	1,00 u	Equipo cogeneración Hargassner CHP	13.287,43	13.287,43	
P20CBL300	1,00 u	Regulador de tiro termostático caldera leña	107,10	107,10	
P20CBL310	1,00 u	Módulo control temperatura retorno caldera leña	311,74	311,74	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>14.027,79</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE MIL VEINTISIETE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0302</b>	<b>u</b>	<b>ACUMULADOR INERCIA ACERO NEGRO 1000 I</b>			
		Depósito acumulador de inercia para circuitos cerrados, de 1000 litros de capacidad, fabricado en acero negro, aislados térmicamente con material libre de CFCs; montado en instalación térmica, incluyendo red de tuberías en cobre, válvulas de corte, conexiones; i/p.p. de medios auxiliares para su montaje. Totalmente instalado. Equipo con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011, e instalado según RITE y CTE DB HE.			
O01OB170	3,25 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	68,35	
O01OB180	3,25 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	62,27	
P20LNN020	1,00 u	Acumulador inercia acero negro 1000 I	1.561,70	1.561,70	
P20TVR020	1,00 u	Válvula retención PN10/16 1 1/2" c/bridado doble plato	29,82	29,82	
P20TVE040	4,00 u	Válvula de esfera 1 1/2"	26,28	105,12	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>1.827,26</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTAS VEINTISIETE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS.

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0303</b>	<b>m</b>	<b>TUBERÍA ACERO NEGRO SOLDADA DIN-2440 D=1 1/4"</b> Tubería de acero negro soldada tipo DIN-2440 de diámetro 1 1/4", conforme a UNE 19050:1975. Totalmente montada, incluyendo p.p. de piezas (codos, tes, manguitos, etc) y p.p. de medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HS y HE.			
O01OB170	0,30 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	6,31	
O01OB180	0,30 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	5,75	
P20TA050	1,00 m	Tubo acero negro soldar 1 1/4" DIN 2440	10,37	10,37	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>22,43</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS.

<b>0304</b>	<b>u</b>	<b>VASO EXPANSIÓN CALEFACCIÓN 80 litros</b> Vaso de expansión para circuito de calefacción cerrado, de 80 litros de capacidad; para una temperatura del agua de entre -10 y 130 °C, presión máxima 6 bar. Con membrana fija. Conexión a 1". Totalmente instalado y probado; i/p.p. de materiales, conexiones necesarias y medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HE.			
O01OB170	1,00 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	21,03	
P20TEC080	1,00 u	Vaso expansión calefacción 80 l (1") 6 bar	151,39	151,39	
P20TVE030	1,00 u	Válvula de esfera de 1 1/4"	12,58	12,58	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>185,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CINCO EUROS.

<b>0305</b>	<b>u</b>	<b>BOMBA MAGNA3 32-40</b> Bomba MAGNA3 32-40 para instalación de calefacción por agua caliente hasta 10 bar y 110°C, para un caudal de 5 m3/h, presión 2 m.c.a, con motor de rotor sumergido, cojinetes de grafito, selector de 3 velocidades de trabajo, juego de racores para la instalación, conexionado eléctrico e instalado.			
O01OB170	3,00 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	63,09	
O01OB180	3,00 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	57,48	
P20BC021	1,00 u	Bomba MAGNA3 32-40	541,56	541,56	
P20TVR030	1,00 u	Válvula retención PN10/16 1 1/2" york	24,86	24,86	
P15NF010	10,00 m	Cable flexible cobre 450/750V H07V-K Eca - 1x1,5 mm2	0,31	3,10	
P15UEH010	10,00 m	Tubo PVC rígido blind. GP-7 enchuf. D=16 mm libre halógenos	2,55	25,50	
P20TVA010	1,00 u	Antivibrador DN-32/PN-10 bridas	26,37	26,37	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>741,96</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTAS CUARENTA Y UNA EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0306</b>	<b>u</b>	<b>BOMBA MAGNA3 25-120</b> Bomba MAGNA3 25-120 para instalación de calefacción por agua caliente hasta 10 bar y 110°C, para un caudal de 5 m3/h, presión 2-8 m.c.a, con motor de rotor sumergido, cojinetes de grafito, selector de 3 velocidades de trabajo, juego de racores para la instalación, conexiona- do eléctrico e instalado.			
O01OB170	3,00 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	63,09	
O01OB180	3,00 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	57,48	
P20BC030	1,00 u	Bomba MAGNA3 25-120	1.038,32	1.038,32	
P20TVR030	1,00 u	Válvula retención PN10/16 1 1/2" york	24,86	24,86	
P15NF010	10,00 m	Cable flexible cobre 450/750V H07V-K Eca - 1x1,5 mm2	0,31	3,10	
P15UEH010	10,00 m	Tubo PVC rígido blind. GP-7 enchuf. D=16 mm libre halógenos	2,55	25,50	
P20TVA010	1,00 u	Antivibrador DN-32/PN-10 bridas	26,37	26,37	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>1.238,72</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTAS TREINTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS.

<b>0307</b>	<b>u</b>	<b>TERMÓMETRO HORIZONTAL</b> Termómetro horizontal con abrazadera para instalar en tubería de calefacción desde 0°C a 120°C, con glicerina y con un diámetro de 63 mm. Totalmente instalado, probado y funcionando; i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HE.			
O01OB170	0,50 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	10,52	
P20WV020	1,00 u	Termómetro horizontal D=63 esfera 0-120º	9,23	9,23	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>19,75</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

<b>0308</b>	<b>u</b>	<b>MANÓMETRO DE 0 A 15 bar</b> Manómetro con lira para instalación en colectores o tubería de calefacción o agua caliente. Con rango de medida de 0 a 15 bar. Totalmente instalado, probado y funcionando; i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HE.			
O01OB170	0,50 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	10,52	
P20WV030	1,00 u	Manómetro de 0 a 15 bar	9,69	9,69	
P20WV040	1,00 u	Lira para manómetro	9,30	9,30	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>29,51</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS.

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0309</b>	<b>u</b>	<b>CONTADOR DE CALORÍAS 1 1/4"</b> Contador de calorías compacto de 1 1/4", formado por: cuerpo integrador, caudalímetro ultrasónico para calor (15-130 °C), cable de conexión entre caudalímetro e integrador de 1,50 metros (no modificable), 2 sondas de temperatura de 1,50 metros con sus vainas o portasondas, puerto óptico de lectura de registros históricos (hasta 25 meses), soporte plano para instalación del integrador en pared (si no se desea montar sobre caudalímetro), y módulo de alimentación eléctrica (batería 2xAA, pila de litio, 230 V ó 24 V). Completamente instalado sobre tubería, probado y funcionando; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Producto conforme a la normativa MID (caudalímetro, integrador y sondas) según R.D. 889/2006; e instalado acorde a RITE y CTE DB HE y HS.			
O01OB170	1,75 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	36,80	
P20JC030	1,00 u	Contador de calorías compacto de 1 1/4",	684,81	684,81	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>721,61</b>

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTAS VEINTIUNA EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS.

<b>0310</b>	<b>u</b>	<b>VÁLVULA DE TRES VÍAS 1 1/4"</b> Válvula de tres vías motorizada de diámetro 1 1/4"; incluye servomotor, conexiones, pequeño material y medios auxiliares. Completamente instalada, probada y funcionando. Conforme a RITE y CTE DB HE y HS.			
O01OB170	1,50 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	31,55	
O01OB180	1,50 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	28,74	
P20TVT010	1,00 u	Válvula tres vías 1 1/4"	93,94	93,94	
P20TVT100	1,00 u	Servomotor	451,59	451,59	
P15NF010	10,00 m	Cable flexible cobre 450/750V H07V-K Eca - 1x1,5 mm2	0,31	3,10	
P15UEH010	3,00 m	Tubo PVC rígido blind. GP-7 enchuf. D=16 mm libre halógenos	2,55	7,65	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>616,57</b>

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTAS DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

<b>0311</b>	<b>u</b>	<b>VÁLVULA DE ESFERA 1 1/4" PN-10</b> Válvula de esfera PN-10 de diámetro 1 1/4". Completamente instalada, probada y funcionando; i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HE y HS.			
O01OB170	0,33 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	6,94	
P20TVE030	1,00 u	Válvula de esfera de 1 1/4"	12,58	12,58	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>19,52</b>

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0312</b>	<b>m</b>	<b>CHIMENEA DOBLE PARED AISLADA INOX AISI-304 D=150 mm</b> Instalación de chimenea de calefacción, compuesta por conductos modulares de doble pared lisa de 150 mm de diámetro interior, aislada con lana mineral de 30 mm de espesor, fabricada en acero inoxidable AISI-304, para ambientes normales. Totalmente montada, con p.p. de piezas y anclajes necesarios. Producto conforme a Norma UNE-EN 14989-1 y 2, UNE-EN 1856-1 y 2, con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según el Reglamento Europeo (UE) 305/2011.			
O01OB170	0,50 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	10,52	
O01OB180	0,50 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	9,58	
P20VDA020	1,00 m	Chimenea doble pared aislamiento AISI-304 D=150 mm	96,08	96,08	
P20VDA200	0,15 u	Codo 30/45/90º doble pared AISI-304 D=125-175 mm	92,61	13,89	
P20VDA400	0,15 u	Colector hollín doble pared AISI-304 D=125-175 mm	16,82	2,52	
P20VDA500	0,15 u	Sombbrero antiviento doble pared AISI-304 D=125-175 mm	78,85	11,83	
P20VDA600	0,35 u	Abrazadera unión doble pared AISI-304 D=125-300 mm	9,47	3,31	
P20VDA610	0,35 u	Anclaje plano doble pared chimenea AISI-304 D=125-175 mm	20,82	7,29	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>155,02</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS con DOS CÉNTIMOS.

<b>0313</b>	<b>u</b>	<b>SISTEMA AGITADORES ASTILLA</b> Sistema de alimentación de astillas, para caldera de biomasa compuesto por dos agitadores formados por disco rotatorio, con motor para alimentación monofásica a 230 V y 1,5 kW, conexión a caldera y engranajes. Totalmente montado, conexionado y probado.			
O01OB170	8,00 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	168,24	
O01OB180	8,00 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	153,28	
drsb	2,00 u	Agitador rotativo compuesto por plato, balistas y reductora	1.304,44	2.608,88	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>2.930,40</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTAS TREINTA EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS.

<b>0314</b>	<b>u</b>	<b>SISTEMA SUMINISTRO BIOMASA</b> Sistema de llenado horizontal, para combustible de biomasa, formado por motor para transportador helicoidal sinfín, de 1,5 kW de potencia, con protección contra explosiones y transportador helicoidal sinfín de 6 m de longitud, anclado a la base del contenedor mediante soportes. Totalmente montado, conexionado y probado.			
O01OB170	4,00 h	Oficial 1ª calefactor	21,03	84,12	
O01OB180	4,00 h	Oficial 2ª calefactor	19,16	76,64	
mo15kw	1,00 u	Motor eléctrico monofásico de 1,5kW	673,54	673,54	
ts12cm	1,00 u	Tornillo sinfín de 120 mm de diámetro	980,33	980,33	
sointe	4,00 u	Soporte intermedio para sinfín	38,65	154,60	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>1.969,23</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL NOVECIENTAS SESENTA Y NUEVE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS.

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

## CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

<b>0401</b>	<b>u</b>	<b>CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA HASTA 14 kW 1 CONTADOR MONOFÁSICO</b> Caja de protección y medida hasta 14KW para 1 contador monofásico, con envoltorio de poliéster reforzado para empotrar, incluido el equipo completo de medida bases de coracircuitos y fusibles para protección de la línea. Con grado de inflamabilidad según norma UNE-EN 60.439, grado de protección IP43 - IK09 según UNE 20.324:2004 ERRATUM y UNE-EN 50.102 CORR 2002 respectivamente, precintable y autoventilada, homologada por la compañía suministradora. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-13.			
O01OB200	0,50 h	Oficial 1ª electricista	20,19	10,10	
O01OB220	0,50 h	Ayudante electricista	18,90	9,45	
P15CM010	1,00 u	Armario 1 contador monofásico hasta 14 kW empotrar	126,00	126,00	
P15AH430	1,00 u	Pequeño material para instalación	1,40	1,40	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>146,95</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

<b>0402</b>	<b>m</b>	<b>CABLEADO LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN 2x6 mm2</b> Cableado de Línea General de Alimentación (LGA) de abastecimiento eléctrico, en sistema monofásico, formado por conductor multipolar de cobre aislado para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s1b,d1,a1 de 2x6 mm2 de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión; instalado sobre canalización (no incluida). Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: ITC-BT-09, ITC-BT-14, ITC-BT-15, ITC-BT-20, ITC-BT-28 e ITC-BT-29. Cableado conforme UNE-EN 60332-1-2-3 y UNE 21123-4; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.			
O01OB200	0,10 h	Oficial 1ª electricista	20,19	2,02	
O01OB210	0,10 h	Oficial 2ª electricista	18,90	1,89	
P15NCD050	1,05 m	Cable Cu 0,6/1kV RZ1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 - 2x6 mm2	4,06	4,26	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>8,17</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS.

<b>0403</b>	<b>u</b>	<b>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 10A 2P</b> Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.			
O01OB200	0,10 h	Oficial 1ª electricista	20,19	2,02	
O01OB210	0,10 h	Oficial 2ª electricista	18,90	1,89	
mt10a2p	1,00 u	Interruptor automático magnetotérmico bipolar 10 A	45,65	45,65	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>49,56</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0404</b>	<b>u</b>	<b>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 16A 2P</b> Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.			
001OB200	0,10 h	Oficial 1ª electricista	20,19	2,02	
001OB210	0,10 h	Oficial 2ª electricista	18,90	1,89	
mt16a2p	1,00 u	Interruptor automático magnetotérmico bioplar 16 A	54,55	54,55	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>58,46</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

<b>0405</b>	<b>u</b>	<b>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 40A 2P</b> Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.			
001OB200	0,10 h	Oficial 1ª electricista	20,19	2,02	
001OB210	0,10 h	Oficial 2ª electricista	18,90	1,89	
mt40a2p	1,00 u	Interruptor automático magnetotérmico bioplar 40 A	65,22	65,22	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>69,13</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE EUROS con TRECE CÉNTIMOS.

<b>0406</b>	<b>u</b>	<b>INTERRUPTOR DIFERENCIAL INSTANTÁNEO 2P/25A/30mA</b> Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos. Incluso accesorios y fijaciones. Totalmente montado, conexionado y probado.			
001OB200	0,10 h	Oficial 1ª electricista	20,19	2,02	
001OB210	0,10 h	Oficial 2ª electricista	18,90	1,89	
id40a2p	1,00 u	Interruptor diferencial instantáneo de 2p/25A/300mA	48,83	48,83	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>52,74</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

<b>0407</b>	<b>u</b>	<b>CONTACTOR 2NA INTENSIDAD NOMINAL 20 A. BOBINA 230V</b> Suministro e instalación de contactor, de 1 módulo, contactos 2NA, intensidad nominal 20 A, tensión de bobina 230 V, de 18x85x65,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61095.			
001OB200	0,20 h	Oficial 1ª electricista	20,19	4,04	
001OB210	0,20 h	Oficial 2ª electricista	18,90	3,78	
ct20a	1,00 u	Contactador, de 1 módulo, contactos 2NA, intensidad nominal 20 A,	39,29	39,29	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>47,11</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SIETE EUROS con ONCE CÉNTIMOS.



## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0408</b>	<b>u</b>	<b>PULSADOR ALARMA CONVENCIONAL DE REARME</b> Suministro e instalaciones de pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP 41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme, según UNE-EN 54-11.			
001OB200	0,20 h	Oficial 1ª electricista	20,19	4,04	
001OB210	0,20 h	Oficial 2ª electricista	18,90	3,78	
ia	1,00 u	Pulsador de alarma convencional de rearme manual	11,64	11,64	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>19,46</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

<b>0409</b>	<b>m</b>	<b>BANDEJA DE REJILLA 100x150 mm C7</b> Bandeja de rejilla de acero galvanizado de 100x150 mm, sin separadores, con borde redondeado, continuidad eléctrica garantizada, resistente a la corrosión Clase 7, con 70 micras de espesor de galvanizado en caliente, para montar en techo o en pared. Totalmente montada, según REBT, ITC-BT-21.			
001OB200	0,25 h	Oficial 1ª electricista	20,19	5,05	
001OB220	0,25 h	Ayudante electricista	18,90	4,73	
P15UH270	1,00 m	Bandeja de rejilla 100x150 C7	28,63	28,63	
P15UH330	1,00 u	Soporte ligero techo/pared	10,26	10,26	
P15UH340	1,00 u	Unión rápida rejillas	1,77	1,77	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>50,44</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

<b>0410</b>	<b>m</b>	<b>CABLEADO CIRCUITO INT. MONOFÁSICO 0,6/1 kV 3x1,5 mm2</b> Cableado de circuito interior monofásico (fase + neutro + protección), formado por manguera con conductores unipolares de cobre aislados para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 de 3x1,5 mm2 de sección, instalado sobre canalización, bandeja (no incluidas) o sobre paramento. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: ITC-BT-19 e ITC-BT-20. Cableado conforme EN 50575:2014+A1:2016, UNE 21031-3 y UNE 21176; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.			
001OB200	0,08 h	Oficial 1ª electricista	20,19	1,62	
001OB210	0,08 h	Oficial 2ª electricista	18,90	1,51	
P15NCT010	1,05 m	Cable Cu 0,6/1kV RZ1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 - 3x1,5 mm2	1,06	1,11	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>4,24</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS.

<b>0411</b>	<b>m</b>	<b>CABLEADO CIRCUITO INT. MONOFÁSICO 0,6/1 kV 3x2,5 mm2</b> Cableado de circuito interior monofásico (fase + neutro + protección), formado por manguera con conductores unipolares de cobre aislados para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 de 3x2,5 mm2 de sección, instalado sobre canalización, bandeja (no incluidas) o sobre paramento. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: ITC-BT-19 e ITC-BT-20. Cableado conforme EN 50575:2014+A1:2016, UNE 21031-3 y UNE 21176; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.			
-------------	----------	---	--	--	--

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
O01OB200	0,08 h	Oficial 1ª electricista	20,19	1,62	
O01OB210	0,08 h	Oficial 2ª electricista	18,90	1,51	
P15NCT020	1,05 m	Cable Cu 0,6/1kV RZ1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 - 3x2,5 mm2	1,56	1,64	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>4,77</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0412</b>	<b>u</b>	<b>PUNTO LUZ SENCILLO ESTANCO IP-55 GAMA BÁSICA SUPERF.</b> Punto de luz sencillo unipolar estanco, de montaje en superficie, realizado con cableado de conductores unipolares de cobre aislados para una tensión nominal de 450/750V de tipo H07Z1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 de 1,5 mm2 de sección, sin incluir canalización; y mecanismo de interruptor unipolar estanco de grado de protección IP-55, de gama básica con acabado estándar. Totalmente montado e instalado; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares (excepto elevación y/o transporte). Conforme a REBT: ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21 e ITC-BT-28.			
O01OB200	0,30 h	Oficial 1ª electricista	20,19	6,06	
O01OB220	0,30 h	Ayudante electricista	18,90	5,67	
P15NG010	18,00 m	Cable Cu 450/750V H07VZ1-K (AS) B2ca-s1b,d1,a1 - 1x1,5 mm2	0,34	6,12	
P15MEB010	1,00 u	Interrup. / Conmut. estanco superf. gama básica IP-55	2,52	2,52	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>20,37</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS.

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0413</b>	<b>u</b>	<b>LUMINARIA ESTANCA DIFUSOR POLICARBONATO 2x18 W T8 - HFP</b> Luminaria estanca para fluorescencia lineal, con carcasa de poliéster reforzado en fibra de vidrio, difusor transparente prismático de policarbonato de 2 mm de espesor, grado de protección IP66 - IK08 / Clase I y aislamiento clase F, según UNE-EN60598 y EN-50102; 2 lámparas fluorescentes T8 de 18 W, con balasto electrónico de alta frecuencia, portalámparas y bornes de conexión; para alumbrado industrial, espacios de trabajo y aparcamientos. Con marcado CE según Reglamento (UE) 305/2011. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.			
O01OB200	0,30 h	Oficial 1ª electricista	20,19	6,06	
O01OB220	0,30 h	Ayudante electricista	18,90	5,67	
P16BB120	1,00 u	Luminaria estanca difusor policarbonato 2x18 W T8 - HFP	69,19	69,19	
P16CC290	2,00 u	Lámpara fluorescente T8 18 W 827-830-840-865-880	3,66	7,32	
P01DW090	1,00 u	Pequeño material	1,35	1,35	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>89,59</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

## CAPÍTULO 05 PCI

<b>0501</b>	<b>u</b>	<b>EXTINTOR PORTÁTIL POLVO ABC 6 kg EFICACIA 27A 183B C</b> Extintor de polvo químico polivalente ABC, de 6 kg de agente extintor, de eficacia 27A 183B C; equipado con soporte, manguera de caucho flexible con revestimiento de poliamida negra y difusor tubular, y manómetro comprobable. Cuerpo del extintor en chapa de acero laminado AP04, con acabado en pintura de poliéster resistente a la radiación UV. Peso total del equipo aprox. 9,22 kg. Conforme a Norma UNE-EN 3, con marcado CE y certificado AENOR. Totalmente montado. Medida la unidad instalada.			
O01OA060	0,50 h	Peón especializado	17,83	8,92	
M12T050	0,50 h	Taladro percutor eléctrico pequeño	1,12	0,56	
P23EP1040	1,00 u	Extintor portátil polvo ABC 6 kg efic. 27A 183B C	21,53	21,53	
P23EW030	1,00 u	Soporte triangular extintor polvo 6-9-12 kg	0,95	0,95	
%PM0100	1,00 %	Pequeño Material	32,00	0,32	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>32,28</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS.

<b>0502</b>	<b>u</b>	<b>EXTINTOR PORTÁTIL CO2 5 kg ENVASE ALUMINIO</b> Extintor de CO2, de 5 kg de agente extintor, de eficacia 89B; equipado con soporte y manguera flexible con trompa. Cuerpo del extintor en aluminio, con acabado en pintura de poliéster resistente a la radiación UV. Peso total del equipo aprox. 13,82 kg. Conforme a Norma UNE-EN 3, con marcado CE y certificado AENOR. Totalmente montado. Medida la unidad instalada.			
O01OA060	0,50 h	Peón especializado	17,83	8,92	
M12T050	0,50 h	Taladro percutor eléctrico pequeño	1,12	0,56	
P23EC040	1,00 u	Extintor portátil CO2 5 kg envase aluminio	91,96	91,96	
P23EW040	1,00 u	Soporte triangular extintor CO2 2-5 kg	1,76	1,76	
%PM0100	1,00 %	Pequeño Material	103,00	1,03	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>104,23</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUATRO EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS.

<b>0503</b>	<b>u</b>	<b>SEÑAL FOTOLUMINISCENTE CLASE B EVACUACIÓN - EMERGENCIA 594x447 m</b> Señal de indicación de evacuación o de emergencia, fotoluminiscente, de Clase B (150 minicandelas); fabricada en material plástico, de dimensiones 594x447 mm, conforme a UNE 23034:1998 y UNE 23035:2003. Totalmente instalada. Visible a 20 m. Conforme al CTE DB SI-3.			
O01OA060	0,08 h	Peón especializado	17,83	1,43	
P23SEB020	1,00 u	Señal fotoluminiscente Clase B 594x447 mm	7,52	7,52	
%PM0200	2,00 %	Pequeño Material	9,00	0,18	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>9,13</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con TRECE CÉNTIMOS.

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>0504</b>	<b>u</b>	<b>SEÑAL ALTA LUMINISCENCIA CLASE A INCENDIOS 297x210 mm DIN-A4</b> Señal para equipo o medio de extinción manual de instalación de protección contra incendios (P.C.I.), de alta luminiscencia, Clase A (300 minicandelas); fabricada en material plástico, de dimensiones 297x210 mm (DIN-A4), conforme a UNE 23033-1 y UNE 23035:2003. Totalmente instalada. Visible a 10 m conforme al CTE DB SI-4.			
O01OA060	0,07 h	Peón especializado	17,83	1,25	
P23SPA010	1,00 u	Señal alta luminiscencia Clase A 297x210 mm (DIN-A4)	5,70	5,70	
%PM0200	2,00 %	Pequeño Material	7,00	0,14	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>7,09</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS.

<b>0505</b>	<b>u</b>	<b>BLOQUE AUTÓNOMO EMERGENCIA ESTANCO IP-66 LED 100 lm</b> Bloque autónomo de emergencia estanco, de superficie, carcasa de material autoextinguible y difusor opal, grado de protección IP66-IK 08, fabricado conforme a UNE-EN 60598-2-22; equipado con LEDs de 100 lm, piloto testigo de carga LED verde, con 1 hora de autonomía, batería Ni-MH de bajo impacto medioambiental, fuente conmutada de bajo consumo. Con marcado CE según Reglamento (UE) 305/2011. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.			
O01OB200	0,20 h	Oficial 1ª electricista	20,19	4,04	
O01OB220	0,20 h	Ayudante electricista	18,90	3,78	
P16EEL010	1,00 u	Bloque autónomo emergencia estanco LED IP-66 IK08 - 100 lm	127,32	127,32	
P15UCH010	4,00 m	Tubo flex. PVC corrug. reforz. M16 mm libre halógenos	0,79	3,16	
P15NG010	8,00 m	Cable Cu 450/750V H07VZ1-K (AS) B2ca-s1b,d1,a1 - 1x1,5 mm2	0,34	2,72	
%PM0070070	0,70 %	Medios auxiliares	141,00	0,99	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>142,01</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y DOS EUROS con UN CÉNTIMOS.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
<b>CAPÍTULO 01 CONTENEDOR</b>										
<b>0101</b>	<b>u CONTENEDOR MARÍTIMO</b>									
	Suministro y colocación en fábrica de contenedor de 40 pies, apoyado sobre el suelo. Criterio de medición, la unidad colocada en fábrica.									
	Presupuestos anteriores						1,00			
								1,00	2.353,05	2.353,05 6,92
	<b>TOTAL CAPÍTULO 01 CONTENEDOR.....</b>								<b>2.353,05</b>	<b>7</b>

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
<b>CAPÍTULO 02 ADECUACIÓN CONTENEDOR</b>										
<b>0201</b>	<b>m2 APERTURA DE HUECOS</b>									
	Apertura de hueco en contenedor de acero, con medios manuales, sin afectar a la estabilidad del contenedor, y carga manual sobre camión o depósito para traslado a gestor autorizado. El precio incluye el corte previo del contorno del hueco, pero no incluye el montaje y desmontaje del apeo del hueco ni la colocación de cercos.									
	Rejilla ventilación 1	0,1						0,10		
	Rejilla ventilación 2	0,1						0,10		
	Puerta	2						2,00		
	Apertura silo	11,4						11,40		
	Caja de conexiones	0,54						0,54		
	Chimenea	0,1						0,10		
							14,24	19,30	274,83	0,81
<b>0202</b>	<b>m PREPARACIÓN HUECOS</b>									
	Preparación de huecos con perfilera de acero en U de dimensiones 50x50, incluyendo soldadura TIG y repaso de remates.									
	Rejilla ventilación 1	1	1,30					1,30		
	Rejilla ventilación 2	1	1,30					1,30		
	Puerta	1	6,00					6,00		
	Apertura silo	1	15,80					15,80		
	Caja de conexiones	1	3,00					3,00		
	Chimenea	1	0,50					0,50		
							27,90	11,46	319,73	0,94
<b>0203</b>	<b>m2 ACRÍLICO AL DISOLVENTE SECADO RÁPIDO</b>									
	Sistema protector antioxidante de acabado satinado, formulado con resinas acrílicas en disolventes orgánicos, previa cepillado de la superficie St 2 (ISO 8501-1:1998) y con superficie limpia, seca y libre de cualquier contaminación, aplicación de una mano de la imprimación antioxidante alquídica con fosfato de zinc y dos manos de imprimación acrílica, siguiendo las instrucciones de aplicación y preparación del soporte.									
	Superficie exterior	1	125,37	1,00				125,37		
							125,37	8,28	1.038,06	3,05
<b>0204</b>	<b>u REJILLA VENTILACIÓN</b>									
	Rejilla para ventilación natural de sala de caldera según exigencias RITE. Marca Madel modelo DMT-X 450x200. Totalmente instalado; i/p.p. de material de fijación y medios auxiliares. Conforme a CTE DB HS-3.									
		2						2,00		
							2,00	12,17	24,34	0,07
<b>0205</b>	<b>u PUERTA CHAPA LISA 200x100</b>									
	Puerta de chapa lisa abatible de una hoja de 200x100 cm de medidas totales, y cierre antipánico, realizada con doble chapa de acero galvanizado de 1 mm de espesor y panel intermedio, rigidizadores con perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar, cerradura con manillón de nailon, cerco de perfil de acero, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería). Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.									
		1						1,00		
							1,00	348,18	348,18	1,02

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
<b>0206</b>	<b>m2 REJA TUBO ACERO D=50mm</b> Reja metálica realizada con barrotes verticales separados cada 78 cm de tubo de acero de D=50 mm soldados a dos perfiles U de acero laminado en frío de 50x50 mm, soldados entre si, elaborada en fábrica y montaje igual. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.									
	Apeertura silo	1	6,00	1,90			11,40			
								11,40	33,99	387,49 1,14
<b>0207</b>	<b>u PARTICIÓN INTERIOR</b> Fabricación in situ de pared divisoria entre silo y sala de calderas. Ejecutada con perfiles UPN 100 y con cerramiento con chapa colaboratne. Incluyendo uniones mediante tornillo roscachapa con taladro previo.									
	Partición interior	1					1,00			
								1,00	267,49	267,49 0,79
<b>0208</b>	<b>u BANDA LATERALES TEFLÓN</b> Suministro e instalación de bandas laterales de teflón para evitar roces de las ballestas con el perímetro del silo. Incluye elementos de fijación.									
		1					1,00			
								1,00	28,52	28,52 0,08
<b>TOTAL CAPÍTULO 02 ADECUACIÓN.....</b>									<b>2.688,64</b>	<b>8</b>



# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
<b>CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN TÉRMICA</b>										
<b>0301</b>	<b>u EQUIPO COGENERACIÓN CHP</b>									
	Equipo de cogeneración de la marcha Hargassner, modelo CHP, compuesto por unidad gasificadora y unidad de potencia, fabricada en acero de altas prestaciones, de alta eficiencia y bajas emisiones, de 20 kW de potencia eléctrica y 60kW de potencia térmica, para el servicio de calefacción por agua caliente y generación eléctrica, compatible con sistemas de calefacción convencionales y de agua caliente sanitaria (A.C.S.). Combustión de leña por gasificación, con ventilador exhaustor, sobrealimentación, con llama de combustión inversa e intercambiador de acero. Equipada con panel de control, válvulas de seguridad de apertura y cierre de compuertas y apagado automático a falta de combustible. Equipo conforme a UNE-EN 303-5; totalmente instalada, probada y funcionando; i/p.p. de conexiones hidráulicas, eléctricas, piezas, materiales y medios auxiliares necesarios para su montaje. Equipo con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011 e instalado según RITE y CTE DB HE.									
	CHP	1					1,00			
								1,00	14.027,79	14.027,79 41,25
<b>0302</b>	<b>u ACUMULADOR INERCIA ACERO NEGRO 1000 l</b>									
	Depósito acumulador de inercia para circuitos cerrados, de 1000 litros de capacidad, fabricado en acero negro, aislados térmicamente con material libre de CFCs; montado en instalación térmica, incluyendo red de tuberías en cobre, válvulas de corte, conexiones; i/p.p. de medios auxiliares para su montaje. Totalmente instalado. Equipo con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011, e instalado según RITE y CTE DB HE.									
		1					1,00			
								1,00	1.827,26	1.827,26 5,37
<b>0303</b>	<b>m TUBERÍA ACERO NEGRO SOLDADA DIN-2440 D=1 1/4"</b>									
	Tubería de acero negro soldada tipo DIN-2440 de diámetro 1 1/4", conforme a UNE 19050:1975. Totalmente montada, incluyendo p.p. de piezas (codos, tes, manguitos, etc) y p.p. de medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HS y HE.									
	Impulsión	1	12,00				12,00			
	Retorno	1	12,00				12,00			
								24,00	22,43	538,32 1,58
<b>0304</b>	<b>u VASO EXPANSIÓN CALEFACCIÓN 80 litros</b>									
	Vaso de expansión para circuito de calefacción cerrado, de 80 litros de capacidad; para una temperatura del agua de entre -10 y 130 °C, presión máxima 6 bar. Con membrana fija. Conexión a 1". Totalmente instalado y probado; i/p.p. de materiales, conexiones necesarias y medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HE.									
		1					1,00			
								1,00	185,00	185,00 0,54
<b>0305</b>	<b>u BOMBA MAGNA3 32-40</b>									
	Bomba MAGNA3 32-40 para instalación de calefacción por agua caliente hasta 10 bar y 110°C, para un caudal de 5 m3/h, presión 2 m.c.a, con motor de rotor sumergido, cojinetes de grafito, selector de 3 velocidades de trabajo, juego de racores para la instalación, conexionado eléctrico e instalado.									
	Primario	1					1,00			
								1,00	741,96	741,96 2,18

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
<b>0306</b>	<b>u BOMBA MAGNA3 25-120</b> Bomba MAGNA3 25-120 para instalación de calefacción por agua caliente hasta 10 bar y 110°C, para un caudal de 5 m <sup>3</sup> /h, presión 2-8 m.c.a, con motor de rotor sumergido, cojinetes de grafito, selector de 3 velocidades de trabajo, juego de racores para la instalación, conexión eléctrico e instalado. Secundario	2					2,00			
							2,00	1.238,72	2.477,44	7,28
<b>0307</b>	<b>u TERMÓMETRO HORIZONTAL</b> Termómetro horizontal con abrazadera para instalar en tubería de calefacción desde 0°C a 120°C, con glicerina y con un diámetro de 63 mm. Totalmente instalado, probado y funcionando; i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HE.	4					4,00			
							4,00	19,75	79,00	0,23
<b>0308</b>	<b>u MANÓMETRO DE 0 A 15 bar</b> Manómetro con lira para instalación en colectores o tubería de calefacción o agua caliente. Con rango de medida de 0 a 15 bar. Totalmente instalado, probado y funcionando; i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HE.	2					2,00			
							2,00	29,51	59,02	0,17
<b>0309</b>	<b>u CONTADOR DE CALORÍAS 1 1/4"</b> Contador de calorías compacto de 1 1/4", formado por: cuerpo integrador, caudalímetro ultrasónico para calor (15-130 °C), cable de conexión entre caudalímetro e integrador de 1,50 metros (no modificable), 2 sondas de temperatura de 1,50 metros con sus vainas o portasondas, puerto óptico de lectura de registros históricos (hasta 25 meses), soporte plano para instalación del integrador en pared (si no se desea montar sobre caudalímetro), y módulo de alimentación eléctrica (batería 2xAA, pila de litio, 230 V ó 24 V). Completamente instalado sobre tubería, probado y funcionando; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Producto conforme a la normativa MID (caudalímetro, integrador y sondas) según R.D. 889/2006; e instalado acorde a RITE y CTE DB HE y HS.	1					1,00			
							1,00	721,61	721,61	2,12
<b>0310</b>	<b>u VÁLVULA DE TRES VÍAS 1 1/4"</b> Válvula de tres vías motorizada de diámetro 1 1/4"; incluye servomotor, conexiones, pequeño material y medios auxiliares. Completamente instalada, probada y funcionando. Conforme a RITE y CTE DB HE y HS.	1					1,00			
							1,00	616,57	616,57	1,81
<b>0311</b>	<b>u VÁLVULA DE ESFERA 1 1/4" PN-10</b> Válvula de esfera PN-10 de diámetro 1 1/4". Completamente instalada, probada y funcionando; i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a RITE y CTE DB HE y HS.	10					10,00			
							10,00	19,52	195,20	0,57

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
0312	<p><b>m CHIMENEA DOBLE PARED AISLADA INOX AISI-304 D=150 mm</b></p> <p>Instalación de chimenea de calefacción, compuesta por conductos modulares de doble pared lisa de 150 mm de diámetro interior, aislada con lana mineral de 30 mm de espesor, fabricada en acero inoxidable AISI-304, para ambientes normales. Totalmente montada, con p.p. de piezas y anclajes necesarios. Producto conforme a Norma UNE-EN 14989-1 y 2, UNE-EN 1856-1 y 2, con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según el Reglamento Europeo (UE) 305/2011.</p>	1				1,00				
							1,00	155,02	155,02	0,46
0313	<p><b>u SISTEMA AGITADORES ASTILLA</b></p> <p>Sistema de alimentación de astillas, para caldera de biomasa compuesto por dos agitadores formados por disco rotatorio, con motor para alimentación monofásica a 230 V y 1,5 kW, conexión a caldera y engranajes. Totalmente montado, conexionado y probado.</p>	1				1,00				
							1,00	2.930,40	2.930,40	8,62
0314	<p><b>u SISTEMA SUMINISTRO BIOMASA</b></p> <p>Sistema de llenado horizontal, para combustible de biomasa, formado por motor para transportador helicoidal sinfín, de 1,5 kW de potencia, con protección contra explosiones y transportador helicoidal sinfín de 6 m de longitud, anclado a la base del contenedor mediante soportes. Totalmente montado, conexionado y probado.</p>	1				1,00				
							1,00	1.969,23	1.969,23	5,79
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN TÉRMICA...</b>									<b>26.523,82</b>	<b>78</b>

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
<b>CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>										
<b>0401</b>	<b>u CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA HASTA 14 kW 1 CONTADOR MONOFÁSICO</b>									
	Caja de protección y medida hasta 14KW para 1 contador monofásico, con envolvente de poliéster reforzado para empotrar, incluido el equipo completo de medida bases de coracircuitos y fusibles para protección de la línea. Con grado de inflamabilidad según norma UNE-EN 60.439, grado de protección IP43 - IK09 según UNE 20.324:2004 ERRATUM y UNE-EN 50.102 CORR 2002 respectivamente, precintable y autoventilada, homologada por la compañía suministradora. Totalmente instalado y conexionado; según REBT, ITC-BT-13.	1					1,00			
							1,00	146,95	146,95	0,43
<b>0402</b>	<b>m CABLEADO LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN 2x6 mm2</b>									
	Cableado de Línea General de Alimentación (LGA) de abastecimiento eléctrico, en sistema monofásico, formado por conductor multipolar de cobre aislado para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s 1b,d1,a1 de 2x6 mm2 de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión; instalado sobre canalización (no incluida). Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: ITC-BT-09, ITC-BT-14, ITC-BT-15, ITC-BT-20, ITC-BT-28 e ITC-BT-29. Cableado conforme UNE-EN 60332-1-2-3 y UNE 21123-4; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	1	6,00				6,00			
							6,00	8,17	49,02	0,14
<b>0403</b>	<b>u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 10A 2P</b>									
	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	4					4,00			
							4,00	49,56	198,24	0,58
<b>0404</b>	<b>u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 16A 2P</b>									
	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	2					2,00			
							2,00	58,46	116,92	0,34
<b>0405</b>	<b>u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 40A 2P</b>									
	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	1					1,00			
							1,00	69,13	69,13	0,20
<b>0406</b>	<b>u INTERRUPTOR DIFERENCIAL INSTANTÁNEO 2P/25A/30mA</b>									
	Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos. Incluso accesorios y fijaciones. Totalmente montado, conexionado y probado.	1					1,00			
							1,00	52,74	52,74	0,16

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
<b>0407</b>	<b>u CONTACTOR 2NA INTENSIDAD NOMINAL 20 A. BOBINA 230V</b> Suministro e instalación de contactor, de 1 módulo, contactos 2NA, intensidad nominal 20 A, tensión de bobina 230 V, de 18x85x65,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61095.	4					4,00			
							4,00	47,11	188,44	0,55
<b>0408</b>	<b>u PULSADOR ALARMA CONVENCIONAL DE REARME</b> Suministro e instalaciones de pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP 41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme, según UNE-EN 54-11.	1					1,00			
							1,00	19,46	19,46	0,06
<b>0409</b>	<b>m BANDEJA DE REJILLA 100x150 mm C7</b> Bandeja de rejilla de acero galvanizado de 100x150 mm, sin separadores, con borde redondeado, continuidad eléctrica garantizada, resistente a la corrosión Clase 7, con 70 micras de espesor de galvanizado en caliente, para montar en techo o en pared. Totalmente montada, según REBT, ITC-BT-21.	15					15,00			
							15,00	50,44	756,60	2,22
<b>0410</b>	<b>m CABLEADO CIRCUITO INT. MONOFÁSICO 0,6/1 kV 3x1,5 mm2</b> Cableado de circuito interior monofásico (fase + neutro + protección), formado por manguera con conductores unipolares de cobre aislados para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s 1a,d1,a1 de 3x1,5 mm2 de sección, instalado sobre canalización, bandeja (no incluidas) o sobre paramento. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: ITC-BT-19 e ITC-BT-20. Cableado conforme EN 50575:2014+A1:2016, UNE 21031-3 y UNE 21176; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	1	8,00				8,00			
							8,00	4,24	33,92	0,10
<b>0411</b>	<b>m CABLEADO CIRCUITO INT. MONOFÁSICO 0,6/1 kV 3x2,5 mm2</b> Cableado de circuito interior monofásico (fase + neutro + protección), formado por manguera con conductores unipolares de cobre aislados para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s 1a,d1,a1 de 3x2,5 mm2 de sección, instalado sobre canalización, bandeja (no incluidas) o sobre paramento. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: ITC-BT-19 e ITC-BT-20. Cableado conforme EN 50575:2014+A1:2016, UNE 21031-3 y UNE 21176; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	1	12,00				12,00			
							12,00	4,77	57,24	0,17
<b>0412</b>	<b>u PUNTO LUZ SENCILLO ESTANCO IP-55 GAMA BÁSICA SUPERF.</b> Punto de luz sencillo unipolar estanco, de montaje en superficie, realizado con cableado de conductores unipolares de cobre aislados para una tensión nominal de 450/750V de tipo H07Z1-K (AS) B2ca-s 1a,d1,a1 de 1,5 mm2 de sección, sin incluir canalización; y mecanismo de interruptor unipolar estanco de grado de protección IP-55, de gama básica con acabado estándar. Totalmente montado e instalado; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares (excepto elevación y/o transporte). Conforme a REBT: ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21 e ITC-BT-28.	2					2,00			

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
							2,00	20,37	40,74	0,12
<b>0413</b>	<b>u LUMINARIA ESTANCA DIFUSOR POLICARBONATO 2x18 W T8 - HFP</b>									
	Luminaria estanca para fluorescencia lineal, con carcasa de poliéster reforzado en fibra de vidrio, difusor transparente prismático de policarbonato de 2 mm de espesor, grado de protección IP66 - IK08 / Clase I y aislamiento clase F, según UNE-EN60598 y EN-50102; 2 lámparas fluorescentes T8 de 18 W, con balasto electrónico de alta frecuencia, portalámparas y bornes de conexión; para alumbrado industrial, espacios de trabajo y aparcamientos. Con marcado CE según Reglamento (UE) 305/2011. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	3					3,00			
							3,00	89,59	268,77	0,79
<b>TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN.....</b>									<b>1.998,17</b>	<b>6</b>

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe	%
<b>CAPÍTULO 05 PCI</b>										
<b>0501</b>	<b>u EXTINTOR PORTÁTIL POLVO ABC 6 kg EFICACIA 27A 183B C</b>									
	Extintor de polvo químico polivalente ABC, de 6 kg de agente extintor, de eficacia 27A 183B C; equipado con soporte, manguera de caucho flexible con revestimiento de poliamida negra y difusor tubular, y manómetro comprobable. Cuerpo del extintor en chapa de acero laminado APO4, con acabado en pintura de poliéster resistente a la radiación UV. Peso total del equipo aprox. 9,22 kg. Conforme a Norma UNE-EN 3, con marcado CE y certificado AENOR. Totalmente montado. Medida la unidad instalada.	1					1,00			
							1,00	32,28	32,28	0,09
<b>0502</b>	<b>u EXTINTOR PORTÁTIL CO2 5 kg ENVASE ALUMINIO</b>									
	Extintor de CO2, de 5 kg de agente extintor, de eficacia 89B; equipado con soporte y manguera flexible con trompa. Cuerpo del extintor en aluminio, con acabado en pintura de poliéster resistente a la radiación UV. Peso total del equipo aprox. 13,82 kg. Conforme a Norma UNE-EN 3, con marcado CE y certificado AENOR. Totalmente montado. Medida la unidad instalada.	1					1,00			
							1,00	104,23	104,23	0,31
<b>0503</b>	<b>u SEÑAL FOTOLUMINISCENTE CLASE B EVACUACIÓN - EMERGENCIA 594x447 m</b>									
	Señal de indicación de evacuación o de emergencia, fotoluminiscente, de Clase B (150 minicandelas); fabricada en material plástico, de dimensiones 594x447 mm, conforme a UNE 23034:1998 y UNE 23035:2003. Totalmente instalada. Visible a 20 m. Conforme al CTE DB SI-3.	1					1,00			
							1,00	9,13	9,13	0,03
<b>0504</b>	<b>u SEÑAL ALTA LUMINISCENCIA CLASE A INCENDIOS 297x210 mm DIN-A4</b>									
	Señal para equipo o medio de extinción manual de instalación de protección contra incendios (P.C.I.), de alta luminiscencia, Clase A (300 minicandelas); fabricada en material plástico, de dimensiones 297x210 mm (DIN-A4), conforme a UNE 23033-1 y UNE 23035:2003. Totalmente instalada. Visible a 10 m conforme al CTE DB SI-4.	2					2,00			
							2,00	7,09	14,18	0,04
<b>0505</b>	<b>u BLOQUE AUTÓNOMO EMERGENCIA ESTANCO IP-66 LED 100 lm</b>									
	Bloque autónomo de emergencia estanco, de superficie, carcasa de material autoextinguible y difusor opal, grado de protección IP66-IK 08, fabricado conforme a UNE-EN 60598-2-22; equipado con LEDs de 100 lm, piloto testigo de carga LED verde, con 1 hora de autonomía, batería Ni-MH de bajo impacto medioambiental, fuente conmutada de bajo consumo. Con marcado CE según Reglamento (UE) 305/2011. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	2					2,00			
							2,00	142,01	284,02	0,84
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 PCI .....</b>									<b>443,84</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL.....</b>									<b>34.007,52</b>	



## RESUMEN PRESUPUESTO



# RESUMEN DE PRESUPUESTO

Capítulo	Resumen	Importe	%
01	CONTENEDOR .....	2.353,05	6,92
02	ADECUACIÓN CONTENEDOR.....	2.688,64	7,91
03	INSTALACIÓN TÉRMICA.....	26.523,82	77,99
04	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	1.998,17	5,88
05	PCI .....	443,84	1,31
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>34.007,52</b>	

21,00 % I.V.A. .... 7.141,58 7.141,58

**TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 41.149,10**

**TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 41.149,10**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUARENTA Y UN MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

, a Junio 2021.

EL PROYECTISTA

