



UNIVERSIDAD de VALLADOLID



ESCUELA de INGENIERÍAS INDUSTRIALES

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**SUSTITUCIÓN DE UNA CALDERA DE  
GASÓLEO POR UNA CALDERA DE BIOMASA  
EN EL HOGAR DE LA TERCERA EDAD DE  
VILLAMURIEL DE CERRATO**

**Autores:**

**Franco Valderrábano, Elena**

**Fuente de Paz, Rubén**

**Tutores:**

**López Martín, Isabel M<sup>a</sup>**

**Química Analítica**

**MAYO — 2013**

## **OBJETIVO**

El presente proyecto tiene por objetivo la sustitución de la actual caldera de gasóleo por una nueva caldera de biomasa en el “Hogar de la Tercera Edad” de la localidad de Villamuriel de Cerrato (Palencia). Con ello se pretende, tanto modernizar la actual sala de calderas adaptándola al uso de biomasa y renovando los equipos obsoletos, como adaptar el edificio a la normativa vigente, cumpliendo con las exigencias establecidas por el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), que determina la obligatoriedad de utilizar energías renovables en las instalaciones de calefacción y de agua caliente sanitaria de todos los edificios residenciales, tanto de obra nueva como rehabilitadas.

Por ello se persigue una mayor eficiencia tanto económica, como medioambiental, ya que se disminuye la aportación global de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

## **JUSTIFICACIÓN**

El sector de las instalaciones de biomasa para usos domésticos está experimentando un gran crecimiento a día de hoy en España. A pesar de que la inversión inicial en una instalación de este tipo es mayor que para instalaciones de calefacción y A.C.S convencionales, el ahorro en los cada vez más caros combustibles de origen fósil y la política de subvenciones de las distintas administraciones, redundan en un ahorro del usuario final frente a instalaciones convencionales.

La utilización de la Energía por Biomasa, supone una notable reducción en la emisión de gases de efecto invernadero respecto a las instalaciones de calefacción y agua caliente, con calderas de gas natural o gasóleo según las propuestas surgidas del protocolo de Kyoto.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la utilización de combustibles fósiles (principalmente gas natural y gasóleo) para la generación de calor en viviendas, se ha convertido en un problema de creciente importancia, tanto desde un punto de vista económico como medioambiental.

Las administraciones han comenzado a legislar al respecto, y en concreto, el nuevo Código Técnico de la Edificación, que determina la obligatoriedad de utilizar energías renovables en las instalaciones de agua caliente sanitaria de todos los edificios residenciales, tanto de obra nueva como rehabilitadas. En paralelo, las nuevas políticas

de protección medioambiental tienden a eliminar gradualmente la utilización de energías no renovables y la disminución del aporte global de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

## **LA BIOMASA**

En términos generales, el término biomasa define el conjunto de la materia (masa) vegetal, considerando tanto los árboles, plantas, arbustos y hierbas (biomasa vegetal), como la materia orgánica procedente del ciclo alimentario de las especies animales vegetarianas (biomasa animal). En nuestro caso nos ceñiremos a la biomasa vegetal.

La característica esencial de la biomasa como combustible, es que constituye un ciclo cerrado energético y por tanto renovable. En su formación, las especies vegetales absorben la energía solar mediante fotosíntesis, energía que se fija (almacena) en forma de carbono mediante la transformación del CO<sub>2</sub> ambiental, el agua y diversos minerales (sin valor energético), en materias orgánicas altamente energéticas. La combustión directa de esta “biomasa” vegetal se realiza mediante su oxidación total en contacto con el O<sub>2</sub> del aire, liberándose en el proceso energía térmica, agua, CO<sub>2</sub> y cenizas. El CO<sub>2</sub> liberado se corresponde con el CO<sub>2</sub> absorbido, por lo se asegura su equilibrio en la atmósfera (ciclo neutro).

## **CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES**

### **ASTILLAS**

Las astillas de madera son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado.

- Tiene un pretratamiento sencillo y por ello un coste inferior a otras biomásas producidas industrialmente.
- Precisan de mayor espacio de almacenamiento que los pellets, hueso de aceituna etc...
- Poder calorífico inferior: 3600 kCal/kg.

### **RESIDUOS AGROINDUSTRIALES**

Proviene de industrias de producción de aceite de oliva y aceituna, de las alcohólicas y la uva, y de los frutos secos → hueso de aceituna y cáscara de almendra.

## LEÑA Y BRIQUETAS

### Leña

- Proviene de trocear troncos que no van a ser utilizados para producir madera.
- Los sistemas de calefacción de leña son semiautomáticos.

### Briquetas

- Son cilindros de biomasa densificada de tamaño superior al del pellet, provenientes normalmente de serrines y virutas.

## PELETS DE BIOMASA

Los pellets de biomasa son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas molturadas y secas. En el proceso de pelletización no se utilizan productos químicos sino simplemente presión y vapor, aunque es posible encontrar también un porcentaje reducido de aditivos biológicos.

- Poder calorífico inferior: 4.300 kCal/kg.
- Dimensiones pellet estándar
  - Longitud <50 mm
  - Diámetro 4-10 mm

## COMPARATIVA ECONÓMICA DE LOS PELLETS CON OTROS COMBUSTIBLES FÓSILES

### *Pellets de madera y petróleo*

- 2 kilos de pellets tienen la misma capacidad calorífica de 1 litro de petróleo.

### *Pellets de madera y gas butano*

- 2 kg de pellets aportan la misma energía que 1 metro cúbico de gas.

### *Pellets de madera y luz*

- 2 kg de pellets aportan la misma energía que 10 kilovatios (kW) de electricidad.

Se conoce por su trayectoria que el precio de la biomasa está permaneciendo estable incluso ha bajado en los últimos años, (aun así se considera uno de los casos más desfavorables, con un incremento del 2% anual. Sin embargo el precio del resto de combustibles se estima que aumente en torno al 8% anual para los próximos años.

## JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL COMBUSTIBLE

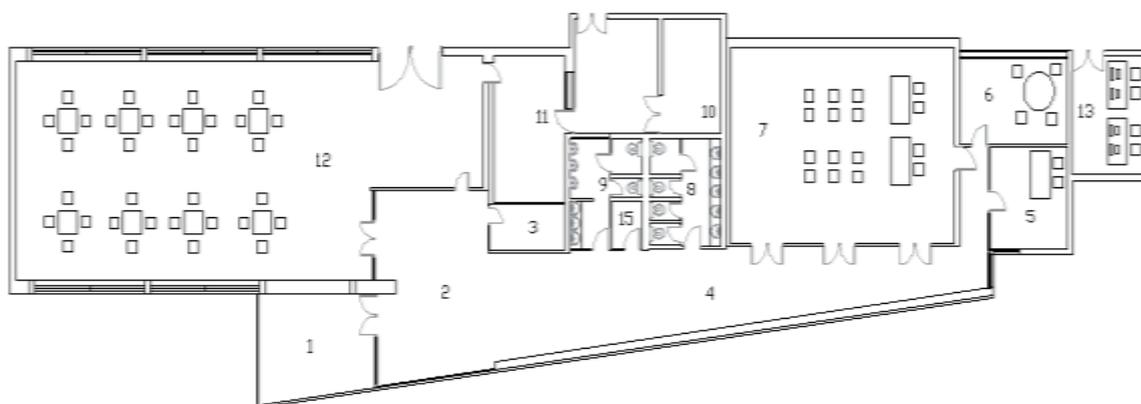
En base a lo anteriormente descrito, se elige como combustible el pellet en vez de otras biomásas (astillas, leña...), debido a que presenta una serie de características que se adaptan al presente proyecto.

Esta elección se fundamenta principalmente en el espacio disponible tanto en la sala de calderas como en la terraza contigua a ésta. Las instalaciones de pellets precisan solamente la mitad de espacio de almacenamiento que las astillas de madera ya que por un lado, las dimensiones de la caldera son menores. De otra manera, los pellets presentan mayor poder calorífico que las astillas por tanto se requerirá de un silo de menores dimensiones para satisfacer la misma demanda calorífica.

Conforme a lo anterior no sería necesaria la ampliación de las dependencias anteriormente nombradas y por tanto no implicaría la realización de obras que encarecerían este proyecto técnico.

## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El “Hogar de la Tercera Edad” está compuesto por una única planta en la que se distribuyen 14 dependencias que constituyen una superficie útil de 600.91 m<sup>2</sup>.



## CÁLCULOS

El método para el cálculo de las necesidades de calefacción utilizado contempla la existencia de dos cargas térmicas, la carga térmica por transmisión de calor a través de los cerramientos hacia los locales no climatizados o el exterior, y la carga térmica por

enfriamiento de los locales por la ventilación e infiltración de aire exterior en los mismos.

Las pérdidas térmicas por transmisión se calcularán según la siguiente expresión:

$$Q = S.K.\Delta T \text{ (Kcal/h)}$$

Las pérdidas térmicas por ventilación se calcularán según la siguiente expresión:

$$Q = C.Pe.Ce.\Delta T \text{ (Kcal/h)}$$

En las expresiones anteriormente mencionadas se emplearán coeficientes como la superficie, coeficiente de transmisión de calor, incremento de temperaturas, caudal de aire, peso específico y calor específico del aire.

Aplicando estas expresiones a cada una de las dependencias del local y empleando los suplementos pertinentes tanto por orientación como por intermitencia de funcionamiento se obtendrán los siguientes resultados.

- Carga térmica resultante total: **70.521 Kcal/h**

Considerando el rendimiento de la caldera, las pérdidas de calor por tuberías y las necesidades de ACS se obtendrán unas pérdidas totales de **84.105 Kcal/h → 98 kW**.

## **DESCRIPCIÓN ELEMENTOS INSTALADOS**

### **CALDERA**

Se opta por una caldera de biomasa Marca Hargassner, modelo HSV 100 S WTH 100 para uso de pellets, con potencia de instalada de 100 kW (de 30 kW a 100 kW modulable) y rendimiento superior al 93%. Se caracteriza por sus bajas emisiones.

### **SILO DE ALMACENAMIENTO**

Se elige un silo para almacenar pellets Marca Hargassner RAS 300 de dimensiones de 3 x 2,5 m de superficie básica y 2,5 m de altura. Por tanto el silo dispondrá de un volumen bruto de 18,75 m<sup>3</sup>.

### **DEPÓSITO DE INERCIA**

Acumulador de inercia Hargassner SP 2000 con capacidad de 2000 litros.

## **DEPÓSITO DE ACS**

Depósito de acero inoxidable de 200 litros para acumulación de ACS con intercambiador interior fijo y vitrificado interior. Su función es mantener agua caliente sanitaria de instalaciones convencionales.

## **CHIMENEA DE SALIDA DE HUMOS**

Para la salida de los productos de la combustión, se conecta la caldera a la salida de humos de la actual caldera de gasóleo de 250 mm de diámetro.

## **PRESUPUESTO**

El presupuesto contando con la subvención asciende a la cantidad: **34.401,84 €**

## **JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA Y MEDIOAMBIENTAL**

Como se comenta al comienzo del presente proyecto se pretende conseguir una mayor eficiencia tanto económica, como medioambiental.

Se puede decir que la inversión inicial en este tipo de instalaciones es grande ya que hay que contar con una instalación nueva, más el coste total en pellets para abastecer calefacción y ACS al local. A pesar de ello la inversión inicial se recuperará en torno a los 4 o 5 años, obteniéndose a partir de ese periodo un ahorro anual más que significativo, ya que las previsiones establecen que el coste de los pellets se mantendrá estable con el paso de los años (incremento del 2% anual en el caso más desfavorable), mientras que el de los combustibles fósiles, más concretamente el gasóleo se disparará paulatinamente (incremento del 8% anual).

También se puede concluir que éste proyecto es viable en el aspecto medioambiental ya que supone una notable reducción en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera respecto a la anterior instalación de calefacción y agua caliente.



UNIVERSIDAD de VALLADOLID



ESCUELA de INGENIERÍAS INDUSTRIALES

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**SUSTITUCIÓN DE UNA CALDERA DE  
GASÓLEO POR UNA CALDERA DE BIOMASA  
EN EL HOGAR DE LA TERCERA EDAD DE  
VILLAMURIEL DE CERRATO**

**Autores:**

**Franco Valderrábano, Elena**

**Fuente De Paz, Rubén**

**Tutor:**

**López Martin, Isabel M<sup>a</sup>**

**Química Analítica**

**MAYO-2013**

# ÍNDICE

1. MEMORIA.....	8
1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	9
1.1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO .....	9
1.1.2. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	9
1.1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	9
1.1.4. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN .....	10
1.1.5. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1.6. LA BIOMASA .....	12
1.1.7. FUENTES DE BIOMASA PARA SU COMBUSTIÓN DIRECTA.....	14
1.1.7.1. RESIDUOS.....	14
1.1.7.2. CULTIVOS ENERGÉTICOS .....	19
1.1.8. SITUACIÓN DE LA BIOMASA .....	21
1.1.8.1. SITUACIÓN A NIVEL MUNDIAL.....	21
1.1.8.2. SITUACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA.....	23
1.1.8.3. SITUACIÓN EN ESPAÑA.....	28
1.1.9. CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES.....	35
1.1.9.1. ASTILLAS .....	35
1.1.9.2. RESIDUOS AGROINDUSTRIALES.....	37
1.1.9.3. COMBUSTIBLES TRADICIONALES: LEÑA Y BRIQUETAS.....	38
1.1.9.4. PELLETS DE BIOMASA .....	39
1.1.10. CALDERAS DE BIOMASA .....	43
1.1.11. PARTES DE UNA CALDERA DE BIOMASA .....	44
1.1.11.1. EL ACUMULADOR INERCIAL.....	44
1.1.11.2. EL INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	44
1.1.11.3. EL ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE .....	45
1.1.12. TIPOS DE CALDERAS DE BIOMASA.....	51
1.1.12.1. CALDERAS DE LLAMA INVERTIDA PARA TRONCOS DE MADERA.....	51
1.1.12.2. CALDERA DE ASTILLAS .....	52
1.1.12.3. CALDERA DE PELLETS.....	53

1.1.13. VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CON BIOMASA .....	54
1.1.14. DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CON BIOMASA .....	55
1.1.15. APLICACIONES DE LA BIOMASA.....	56
1.1.15.1. APLICACIONES TÉRMICAS.....	56
1.1.15.2. APLICACIONES ELÉCTRICAS .....	56
1.1.16. LOS PELLETS.....	57
1.1.17. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PELLETS.....	57
1.1.17.1. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....	57
1.1.17.2. PREPARACIÓN DE LA FIBRA .....	57
1.1.17.3. SECADO.....	58
1.1.17.4. TRITURADO U HOMOGENIZADO .....	58
1.1.17.5. AGLOMERANTE.....	59
1.1.17.6. PELLETIZADO .....	59
1.1.18. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PELLETS.....	61
1.1.19. VENTAJAS DE LOS PELLETS .....	62
1.1.19.1. ECONÓMICAS .....	62
1.1.19.2. SEGURIDAD.....	62
1.1.19.3. CONFORT .....	62
1.1.19.4. ECOLÓGICAS .....	63
1.1.20. INCONVENIENTES.....	63
1.1.21. CONSIDERACIONES.....	64
1.1.22. TIPOS DE INSTALACIONES CON PELLETS .....	64
1.1.23. COMPARATIVA ECONÓMICA DE LOS PELLETS CON OTROS COMBUSTIBLES FÓSILES .....	65
1.1.24. COMPARATIVA ENERGÉTICA.....	66
1.1.25. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL COMBUSTIBLE .....	67
1.2. MEMORIA TÉCNICA .....	68
1.2.1. ANTECEDENTES .....	68
1.2.2. USO DEL EDIFICIO .....	69
1.2.3. DATOS CLIMÁTICOS.....	69
1.2.4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	70
1.2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS DEPENDENCIAS.....	71
1.2.6. DETALLES CONSTRUCTIVOS.....	77
1.2.6.1. CIMENTACIONES.....	77

1.2.6.2. SOLERA .....	77
1.2.6.3. ESTRUCTURA .....	77
1.2.6.4. FORJADOS .....	77
1.2.6.5. CUBIERTA.....	78
1.2.6.6. CERRAMIENTOS EXTERIORES .....	78
1.2.6.7. ALBAÑILERÍA Y YESOS .....	78
1.2.6.8. SOLADOS Y ALICATADOS .....	79
1.2.6.9. CARPINTERÍA INTERIOR .....	79
1.2.6.10. CARPINTERIA EXTERIOR.....	79
1.2.6.11. PERSIANAS.....	79
1.2.6.12. VIDRIOS.....	79
1.2.6.13. TABIQUERÍA.....	79
1.2.7. TRABAJOS A REALIZAR.....	79
1.2.8. DESCRIPCIÓN DE LA CALDERA ELEGIDA. ....	80
1.2.9. TECNOLOGÍA DE CALDERAS HARGASSNER.....	82
1.2.10. DATOS TÉCNICOS Y DIMENSIONES.....	86
1.2.11. DIMENSIONADO .....	87
1.2.12. SILO DE ALMACENAMIENTO .....	87
1.2.13. DIMENSIONADO DEL SILO DE ALMACENAMIENTO.....	88
1.2.14. DESCRIPCIÓN DEL SILO DE ALMACENAMIENTO ELEGIDO .....	88
1.2.15. DEPÓSITO DE INERCIA .....	90
1.2.16. DEPÓSITO DE ACS .....	92
1.2.17. CHIMENEA Y CONDUCTOS DE HUMOS .....	93
1.2.18. ESTUDIO DE COSTES .....	93
1.2.19. COMPARATIVA DE PRECIOS .....	94
1.2.20. AMORTIZACIÓN .....	94
1.2.21. COMPARATIVA DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> .....	96
1.3. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS .....	98
1.3.1. SALAS DE CALDERAS .....	98
1.3.1.1. SELECCIÓN DE LA CALDERA .....	98
1.3.1.2. DIMENSIONES DE LAS CALDERAS .....	99
1.3.1.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS SALAS DE CALDERAS.....	100
1.3.1.4. VENTILACIÓN DE SALAS DE CALDERAS.....	101

1.3.1.5. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA Y NECESIDADES DE COMBUSTIBLE.....	105
1.3.1.6. REQUISITOS DE SEGURIDAD .....	106
1.3.1.7. REQUISITOS COMUNES PARA TODAS LAS SALAS DE CALDERAS .....	109
1.3.2. CHIMENEAS Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE HUMOS .....	111
1.3.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO .....	114
1.3.4. REQUISITOS RELACIONADAS CON EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE .....	115
1.3.5. MANTENIMIENTO DE LA CALDERA DE PELLETS .....	116
2. PLANOS.....	117
3. CÁLCULOS.....	122
3.1. CONDICIONES EXTERIORES E INTERIORES DE CÁLCULO .....	123
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO .....	123
3.3. PÉRDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN.....	124
3.3.1. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN .....	126
3.4. PÉRDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR .....	128
3.4.1. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS .....	128
3.4.2. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS .....	129
3.4.2.1. MUROS MEDIANEROS .....	129
3.4.2.2. MUROS CERRAMIENTO EXTERIOR .....	130
3.4.2.3. TECHO Y SUELO .....	131
3.4.2.4. VENTANAS Y PUERTAS.....	132
3.4.3. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR .....	133
3.5. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA TOTAL .....	140
3.5.1. CÁLCULO DE SUPLEMENTOS .....	141
3.6. DIMENSIONADO DE LA CALDERA .....	143
4. PRESUPUESTO.....	144
4.1. PRESUPUESTO .....	145
5. PLIEGO DE CONDICIONES.....	149
5.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES .....	150
5.1.1. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO .....	150
5.1.2. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA .....	150
5.1.3. FALTAS DE PERSONAL.....	151

5.1.4. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	151
5.1.5. ORDEN DE LOS TRABAJOS .....	151
5.1.6. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.....	152
5.1.7. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR .....	152
5.1.8. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR .....	152
5.1.9. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRAS .....	153
5.1.10. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	153
5.1.11. OBRAS OCULTAS.....	153
5.1.12. TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	153
5.1.13. VICIOS OCULTOS.....	154
5.1.14. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS.....	155
5.1.15. MATERIALES NO UTILIZABLES .....	155
5.1.16. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS .....	155
5.1.17. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	155
5.1.18. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES .....	155
5.1.19. EMPRESA INSTALADORA .....	156
5.1.20. PRUEBAS.....	159
5.1.21. MANTENIMIENTO.....	160
5.2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES .....	161
5.2.1. GENERALIDADES.....	161
5.2.1.1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....	161
5.2.1.2. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.....	161
5.2.1.3. PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES. SEGURIDAD Y SALUD .....	161
5.2.2. CALEFACCIÓN .....	162
5.2.2.1 .OBJETO DEL CONTRATO .....	162
5.2.2.2. JUSTIFICACIÓN.....	163
5.2.2.3. TRABAJOS PREVIOS.....	163
5.2.2.4. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS.....	163
5.2.2.5. SUBCONTRATA .....	163
5.2.2.6. PLANOS.....	163
5.2.2.7. INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO .....	164
5.2.2.8. PRUEBAS DEFINITVAS DE TEMPERATURA.....	164
5.2.2.9. CRITERIO DE MEDICIONES.....	164

5.2.3. AISLAMIENTO TÉRMICO .....	164
5.2.3.1. GENERALIDADES.....	164
3.2.3.2. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE AGUA REFRIGERADAS.....	166
5.2.3.3. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE .....	166
5.2.3.4. AISLAMIENTO DE CHIMENEAS.....	167
5.2.4. EQUIPOS .....	167
5.2.4.1. SISTEMA DE CALEFACCIÓN. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA. ....	167
5.2.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA DE BIOMASA Y LA INSTALACIÓN NECESARIA .....	168
5.2.4.3. BOMBAS .....	169
5.2.4.4. EQUIPOS DE REGULACIÓN AUTOMÁTICA .....	170
5.2.4.5. ADAPTACIÓN SALA DE CALDERAS .....	170
5.2.5. PLAZO DE EJECUCIÓN .....	170
5.2.6. PRESUPUESTO .....	171
6. CONCLUSIONES.....	172
6.1. CONCLUSIONES .....	173
7. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	174
7.1. BIBLIOGRAFÍA .....	175
7.2. WEBGRAFÍA .....	176

# 1. MEMORIA

## **1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO**

El presente proyecto tiene por objetivo la sustitución de la actual caldera de gasóleo por una nueva caldera de biomasa en el “Hogar de la Tercera Edad” de la localidad de Villamuriel de Cerrato (Palencia). Con ello se pretende, tanto modernizar la actual sala de calderas adaptándola al uso de biomasa y renovando los equipos obsoletos, como adaptar el edificio a la normativa vigente, cumpliendo con las exigencias establecidas por el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), que determina la obligatoriedad de utilizar energías renovables en las instalaciones de calefacción y de agua caliente sanitaria de todos los edificios residenciales, tanto de obra nueva como rehabilitadas.

Por ello se persigue una mayor eficiencia tanto económica, como medioambiental, ya que se disminuye la aportación global de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

### **1.1.2. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN**

El “Hogar de la Tercera Edad” se sitúa en la Avda. de Valdegudín s/n de la localidad de Villamuriel de Cerrato (Palencia). Como edificios colindantes se encuentran la Casa de Cultura y el Centro de Salud.

### **1.1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El desarrollo generalizado de los proyectos de instalaciones como el que éste documento trata, es un resultado directo de seguir las especificaciones marcadas por el Reglamento de Instrucciones Térmicas de los Edificios (RITE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Gracias a este nuevo marco regulatorio y al desarrollo relativamente reciente de estas tecnologías, el sector de las instalaciones de biomasa para usos domésticos está experimentando un gran crecimiento a día de hoy en España.

A pesar de que la inversión inicial en una instalación de este tipo es mayor que para instalaciones de calefacción y A.C.S convencionales, el ahorro en los cada vez más caros combustibles de origen fósil y la política de subvenciones de las distintas administraciones, redundan en un ahorro del usuario final frente a instalaciones convencionales.

La utilización de la Energía por Biomasa, supone una notable reducción en la emisión de gases de efecto invernadero respecto a las instalaciones de calefacción y agua caliente, con

calderas de gas natural o gasóleo según las propuestas surgidas del protocolo de Kyoto. Esto se consigue con una instalación basada 100% en energías renovables, siguiendo una filosofía de ahorro y diversificación de las fuentes de energía, tendencias cada vez más extendidas en todos los ámbitos tecnológicos.

### 1.1.4. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

En la redacción del proyecto y en la ejecución y legalización de la instalación se atenderá a la Reglamentación siguiente:

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas complementarias (ITE). (BOE de 29 de agosto de 2007).
- Código técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. DB SU: Seguridad de utilización. DB HS: Salubridad. DB SI: Seguridad en caso de incendio. DB HR: Protección al ruido. DB HE: Ahorro de energía.
- REAL DECRETO 1416/2006, de 1 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP 06 "Procedimiento para dejar fuera de servicio los tanques de almacenamiento de productos petrolíferos líquidos".
- Disposiciones de aplicación Directiva del Parlamento Europeo y de Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos en presión. Real Decreto 769, de 07/05/1999; Ministerio de Industria y Energía (BOE Num. 129, 31/05/1999).
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. (BOE N°: 224 de 18/09/2002). Regulación del procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento electrotécnico para baja tensión. Decreto 363, de 24 de agosto de 2004; Departamento de Trabajo e Industria (DOGC 4205, 26/08/2004).
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Orden de 9 de marzo de 1971, del Ministerio de Trabajo (BOE núms. 64 y 65, 16 y 17/03/1971) (C.E. - BOE núm. 82, 06/03/1971).
- Prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995, de 10 de noviembre de la Jefatura del Estado (BOE núm. 269, 10/11/1995).

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE núm. 97, 23/04/1997).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 188, 07/08/1997).
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, (BOE núm. 274, 13/11/2004) por el que modifica el RD 1215/1997, en materia de trabajos temporales en altura.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de obras Públicas y Urbanismo, en lo que no contradiga los reglamentos o normas básicas.

### 1.1.5. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la utilización de combustibles fósiles (principalmente gas natural y gasóleo) para la generación de calor en viviendas, se ha convertido en un problema de creciente importancia, tanto desde un punto de vista económico como medioambiental.

Las administraciones han comenzado a legislar al respecto, y en concreto, el nuevo Código Técnico de la Edificación, que determina la obligatoriedad de utilizar energías renovables en las instalaciones de agua caliente sanitaria de todos los edificios residenciales, tanto de obra nueva como rehabilitadas. En paralelo, las nuevas políticas de protección medioambiental tienden a eliminar gradualmente la utilización de energías no renovables y la disminución del aporte global de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

El Protocolo de Kyoto de 2005 obliga a la reducción al 5,2% de las emisiones de gases de invernadero en 2012 respecto a 1990, y a pesar de prorrogarse su cumplimiento hasta 2012, España parece que incumplirá dicho Protocolo, dado que ha aumentado la emisión de gases invernadero en un 45%, y se había comprometido a una subida máxima del 15% hasta 2012.

En los últimos 30 años aproximadamente, se han publicado distintos planes de energías renovables con el objetivo de promover el uso de las mismas, dar mayor seguridad a los inversores así como la promoción de las distintas tecnologías asociadas. Para ello se necesita analizar e identificar las barreras en cada grupo, de forma que los Planes de Energías Renovables contengan medidas concretas para afrontarlas.

El Plan de Fomento de Energías Renovables (2011-2020) tiene como objetivo cubrir con fuentes renovables al menos el 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea, el mismo objetivo establecido para España, y una cuota mínima del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada Estado miembro para el año 2020.

En este Plan se realiza un análisis del sector, estudiando la situación actual a nivel nacional e internacional, las distintas perspectivas de evolución tecnológica, barreras y potenciales, análisis de costes, propuesta de medidas, objetivos y medidas de subvención y financiación.

Entre las tecnologías analizadas en este Plan, figuran: biocarburantes, biogás, biomasa, energías del mar, eólica, geotermia, hidroeléctrica, de residuos, fotovoltaica, térmica y termoeléctrica.

### 1.1.6. LA BIOMASA

En términos generales, el término biomasa define el conjunto de la materia (masa) vegetal, considerando tanto los árboles, plantas, arbustos y hierbas (biomasa vegetal), como la materia orgánica procedente del ciclo alimentario de las especies animales vegetarianas (biomasa animal). En nuestro caso nos ceñiremos a la biomasa vegetal.

En términos energéticos, la biomasa es la energía solar captada por los organismos fotosintéticos y almacenada en su estructura celular.

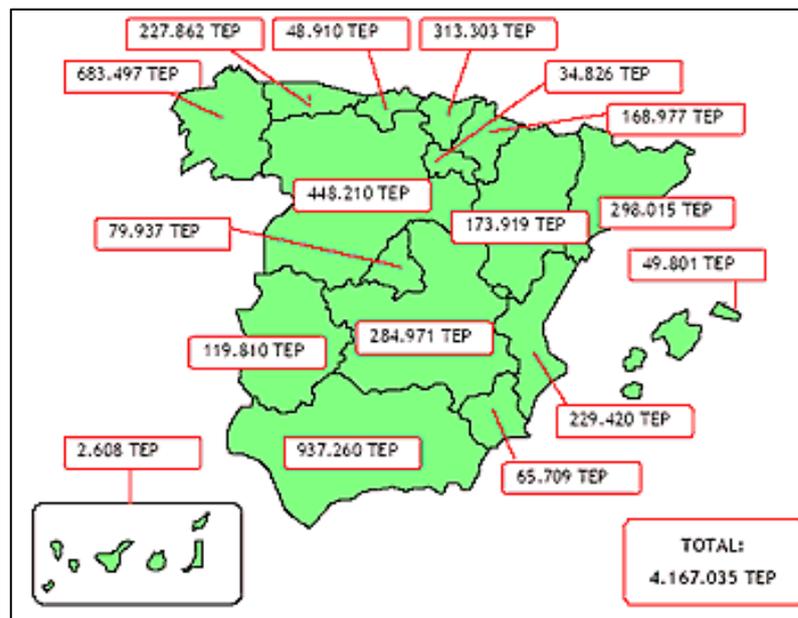
La característica esencial de la biomasa como combustible, es que constituye un ciclo cerrado energético y por tanto renovable. En su formación, las especies vegetales absorben la energía solar mediante fotosíntesis, energía que se fija (almacena) en forma de carbono mediante la transformación del CO<sub>2</sub> ambiental, el agua y diversos minerales (sin valor energético), en materias orgánicas altamente energéticas. La combustión directa de esta “biomasa” vegetal se realiza mediante su oxidación total en contacto con el O<sub>2</sub> del aire, liberándose en el proceso energía térmica, agua, CO<sub>2</sub> y cenizas. El CO<sub>2</sub> liberado se corresponde con el CO<sub>2</sub> absorbido, por lo se asegura su equilibrio en la atmósfera (ciclo neutro). A su vez, las cenizas servirán de abono en el proceso de fotosíntesis de nuevas plantaciones, cerrándose así el ciclo. Esto es lo que le confiere la denominación de energía renovable.

Es muy importante resaltar que en todo éste proceso no se liberan productos nocivos, lo que supone una gran ventaja medioambiental frente a los combustibles fósiles. Gracias a que

en el ciclo descrito se absorbe mayor cantidad de CO<sub>2</sub> que la que se libera a la atmósfera en su combustión, podemos catalogar a la biomasa como una energía renovable. A esto debemos añadir que el cómputo final energético es positivo, dado que la energía (convencional) necesaria para la obtención de la biomasa y su posterior procesamiento y transporte, es muy inferior a la energía obtenida en su combustión.

Así pues, las plantas (y los organismos fotosintéticos en general) se comportan como convertidores continuos de la energía solar (y por consiguiente renovables) en materia orgánica. La cantidad de energía (mundial) que fijan las plantas mediante la fotosíntesis equivale aproximadamente a 10 veces el consumo mundial de energía y aproximadamente 200 veces la energía consumida en forma de alimentos. Solo en España, la biomasa existente supone unos recursos equivalentes a 25.700.000 tep (toneladas equivalentes de petróleo), cifra superior a todos los consumos energéticos de la industria española.

Sin embargo, la utilización de la biomasa en España está muy por debajo de países como Francia (líder de la CE en éste aspecto), donde 6 millones de hogares utilizan la madera como fuente de calor, o Dinamarca, donde una planta quema 28.999 t/año de paja para producir 12 MW de electricidad, o Suecia y Finlandia, que obtienen actualmente un 10% y un 14% de su energía a partir de desechos forestales y agrícolas.



**Figura 1. Consumo de biomasa por comunidades autónomas**

El desarrollo del mercado de la biomasa ha permitido que en la actualidad exista una gran variedad de biocombustibles sólidos susceptibles de ser utilizados en sistemas de climatización de edificios. De entre todos ellos, los tipos de biomasa comerciales empleados comúnmente para sistemas de calefacción son:

- Pellets, producidos de forma industrial.
- Astillas, provenientes de las industrias de la primera y segunda transformación de la madera o de tratamientos silvícolas y forestales (podas, clareos, cultivos energéticos leñosos, etc.).
- Residuos agroindustriales, como los huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos, almendra, piña, etc.
- Leña, que puede producirla el propio usuario u obtenerse en el mercado.

**Tabla 1. Propiedades de los biocombustibles sólidos**

	PCI		Humedad
	(kJ/Kg)	(kWh/kg)	Base húmeda (%)
<b>Pellets</b>	17.000-19.000	4,7-5,3	<15
<b>Astillas</b>	10.000-16.000	2,8-4,4	<40
<b>Huesos de aceituna</b>	18.000-19.000	5,0-5,3	7-12
<b>Cáscara de frutos secos</b>	16.000-19.000	4,4-5,3	8-15
<b>Leña</b>	14.400-16.200	4,0-4,5	<20
<b>Briquetas</b>	17.000-19.000	4,7-5,3	<20

### 1.1.7. FUENTES DE BIOMASA PARA SU COMBUSTIÓN DIRECTA

Existen especies vegetales con un mayor contenido energético que otras, pero sin embargo existen otros criterios que determinan cuáles son las más adecuadas en función de su localización y extensión, el coste de su procesamiento, y el impacto medioambiental que supone su explotación a gran escala. Básicamente existen dos grupos: *los residuos* y *los cultivos energéticos*. Actualmente las administraciones están priorizando la utilización de los recursos excedentes (residuos) frente a la nueva producción de los mismos (cultivos).

#### 1.1.7.1. RESIDUOS

Los residuos pueden producirse de forma espontánea en la naturaleza, pero sobre todo debidos a la actividad industrial del hombre. Estos últimos podemos clasificarlos según el

sector de donde proceden, en residuos agrarios y residuos industriales. Su importancia frente a los cultivos energéticos reside en que constituyen una biomasa que ya existe, y por lo tanto no es necesario producirla, y cuya eliminación (muchas veces necesaria) constituye un problema grave además de suponer un proceso costoso. Este aspecto confiere a la utilización de residuos como combustible un gran beneficio desde el punto de vista medioambiental.

### *Residuos agrarios*

A este grupo pertenecen los llamados residuos agrícolas y los residuos forestales:

Los residuos agrícolas son los restos y sobrantes de los cultivos, como paja de los cereales, los restos de poda de árboles, etc. En España se producen anualmente residuos de éste tipo que equivalen aproximadamente a un poder calorífico de 10.400.000 tep/año (casi un 10% del consumo energético actual).

Dentro de los residuos agrícolas, distinguimos entre residuos agrícolas leñosos, que son los que se obtienen con las podas de olivo, frutales y viñedos, localizados fundamentalmente en Andalucía, Castilla La Mancha, Castilla y León y Valencia, que acaparan casi el 70% del potencial energético del país, y los residuos agrícolas herbáceos, que están compuestos básicamente por paja de cereal y cañote de maíz, sobre todo en Castilla y León, Castilla La Mancha y Andalucía, donde se halla el 65% del total disponible. La oferta energética de los residuos herbáceos en España se ha calculado en 3.700.000 tep, y su utilización solo es aconsejable cuando su retirada no afecte a la fertilidad del suelo.

**Tabla 2. Residuos agrícolas leñosos**

<b>Comunidad</b>	<b>Res. Agr. Leñosos (tep)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Recursos existentes (tep)</b>	<b>Recursos existentes (t)</b>
<b>Andalucía</b>	266.740	26,6 %	266.740	726.114
<b>Aragón</b>	84.930	8,5%	0	0
<b>Asturias</b>	2.470	0,2%	0	0
<b>Baleares</b>	13.240	1,3%	0	0
<b>Canarias</b>	3.020	0,3%	0	0
<b>Cantabria</b>	0	0,0%	0	0
<b>Castilla-La Mancha</b>	145.510	14,5%	145.510	415.743
<b>Castilla-León</b>	22.850	2,3%	0	0
<b>Cataluña</b>	129.170	12,9%	129.170	369.057
<b>Com. Valenciana</b>	145.160	14,5%	145.160	414.743
<b>Extremadura</b>	64.790	6,5%	0	0
<b>Galicia</b>	6.240	0,6%	0	0
<b>La Rioja</b>	31.310	3,1%	0	0
<b>Madrid</b>	7.410	0,7%	0	0
<b>Navarra</b>	11.530	1,1%	0	0
<b>País Vasco</b>	3.240	0,3%	0	0
<b>Murcia</b>	66.360	6,6%	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1.003.970</b>		<b>686.580</b>	<b>1.961.657</b>

**Tabla 3. Residuos agrícolas herbáceos**

<b>Comunidad</b>	<b>Res. Agr. Herbáceos(tep)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Recursos existentes (tep)</b>	<b>Recursos existentes (t)</b>
<b>Andalucía</b>	1.152.960	14,7 %	1.152.960	3.294.171
<b>Aragón</b>	730.930	9,3%	0	0
<b>Asturias</b>	2.180	0,0%	0	0
<b>Baleares</b>	21.880	0,3%	0	0
<b>Canarias</b>	2.030	0,0%	0	0
<b>Cantabria</b>	1.830	0,0%	0	0
<b>Castilla-La Mancha</b>	1.188.480	15,1%	1.188.480	3.395.657
<b>Castilla-León</b>	2.863.020	36,4%	2.863.020	8.180.057
<b>Cataluña</b>	605.670	7,7%	0	0
<b>Com. Valenciana</b>	97.490	1,2%	0	0
<b>Extremadura</b>	380.510	4,8%	0	0
<b>Galicia</b>	181.380	2,3%	0	0
<b>La Rioja</b>	97.830	1,2%	0	0
<b>Madrid</b>	101.100	1,3%	0	0
<b>Navarra</b>	331.110	4,2%	0	0
<b>País Vasco</b>	92.170	1,2%	0	0
<b>Murcia</b>	15.460	0,2%	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>7.866.030</b>		<b>5.204.460</b>	<b>14.869.886</b>

Los residuos forestales, proceden de la limpieza de las explotaciones forestales como leña y ramaje, además de los restos de madera obtenidos en las operaciones de mantenimiento de los bosques y montes (cortado, secado y transporte a pista).

Estos residuos se localizan principalmente en Galicia y Castilla-León, que acumulan más del 40% del potencial total del país, y se evalúa en 2.500.000 tep la oferta energética total existente. Este tipo de residuo es muy conveniente en zonas de baja densidad poblacional, y /o en zonas de gran producción maderera. La explotación de este tipo de combustible podría sufragar parte del gasto que origina la limpieza de los bosques, que consideramos es indispensable en nuestras latitudes para asegurar un mínimo riesgo de incendios en época estival.

**Tabla 4. Residuos forestales**

<b>Comunidad</b>	<b>Res. Forestales (tep)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Recursos existentes (tep)</b>	<b>Recursos existentes (t)</b>
<b>Andalucía</b>	124.389	9,1 %	0	0
<b>Aragón</b>	96.058	7,1 %	0	0
<b>Asturias</b>	34.239	2,5 %	0	0
<b>Baleares</b>	0	0,0%	0	0
<b>Canarias</b>	0	0,0%	0	0
<b>Cantabria</b>	25.823	1,9%	0	0
<b>Castilla-La Mancha</b>	113.156	6,2%	0	0
<b>Castilla-León</b>	307.008	20,8%	307.068	1.050.480
<b>Cataluña</b>	92.349	6,7%	0	0
<b>Com.Valenciana</b>	54.951	4,0%	0	0
<b>Extremadura</b>	134.338	9,8%	0	0
<b>Galicia</b>	220.451	16,1%	220.461	629.889
<b>La Rioja</b>	12.454	0,9%	0	0
<b>Madrid</b>	12.991	0,9%	0	0
<b>Navarra</b>	19.902	1,4%	0	0
<b>País Vasco</b>	34.239	2,5%	0	0
<b>Murcia</b>	29.129	2,1%	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1.373.428</b>		<b>598.129</b>	<b>1.689.369</b>

### *Residuos industriales*

A este grupo pertenecen los residuos obtenidos de la industria de transformación maderera (explotación y manufacturación) y de la industria agroalimentaria (aceite de oliva, frutos secos, conservas vegetales, etc), localizados principalmente en Andalucía (casi el 40% del total disponible). Solo se consideran de interés aquellos residuos cuya eliminación supone un coste adicional para las empresas, como son el caso de las conservas vegetales, las de extracción de aceite, de vinos y de frutos secos.

Se calculan en 5 millones de toneladas la cantidad de residuos industriales que se generan en España anualmente, equivalente aproximadamente a 1.200.000 tep.

**Tabla 5. Residuos industriales forestales y agrícolas**

<b>Comunidad</b>	<b>Res.Industriales potenciales(tep)</b>	<b>Res.Industriales utilizados (tep)</b>
<b>Andalucía</b>	1.084.160	517.148
<b>Aragón</b>	103.621	46.449
<b>Asturias</b>	79.230	97.162
<b>Baleares</b>	26.240	6.993
<b>Canarias</b>	32.251	0
<b>Cantabria</b>	14.247	10.381
<b>Castilla-La Mancha</b>	156.235	121.757
<b>Castilla-León</b>	125.511	117.732
<b>Cataluña</b>	247.198	238.924
<b>Com. Valenciana</b>	199.224	86.832
<b>Extremadura</b>	69.047	20.078
<b>Galicia</b>	366.138	161.044
<b>La Rioja</b>	14.206	15.788
<b>Madrid</b>	59.894	11.749
<b>Navarra</b>	107.090	65.927
<b>País Vasco</b>	226.654	145.957
<b>Región de Murcia</b>	38.053	21.079
<b>TOTAL</b>	<b>2.949.000</b>	<b>1.685.000</b>

#### 1.1.7.2. CULTIVOS ENERGÉTICOS

Se denominan cultivos energéticos a la materia vegetal que procede de cultivos realizados ex profeso para su combustión y conversión en energía térmica. A día de hoy no existen datos sobre la repercusión sobre la economía agraria que supondría un crecimiento de éste tipo de cultivos adaptado a la demanda total de energía. Este tema está muy cuestionado, dado que muchos de éstos cultivos se utilizan en la industria alimentaria, por lo que podría aumentar drásticamente su precio. En cualquier caso, su rentabilidad es baja, por lo que son muy cuestionados como alternativa energética.

Podemos clasificar los cultivos energéticos en varios grupos:

Cultivos tradicionales, destinados a la industria alimentaria. La necesidad de terrenos fértiles y condiciones óptimas climatológicas, hacen que únicamente sea viable su explotación como combustible los excedentes de su producción. Son los cereales, la caña de azúcar, etc.

En España se suelen utilizar cardo, caña de azúcar, sorgo dulce y colza etíope, con algunos casos de chopo y eucalipto, localizados sobre todo en Castilla y León, Castilla La Mancha, Andalucía y Aragón, que disponen del 80% del potencial del país.

Cultivos poco frecuentes, no utilizados con fines alimentarios, que normalmente se cultivan en terrenos de baja fertilidad y en condiciones climáticas adversas. Son los cardos, los helechos, etc.

Cultivos acuáticos y cultivo de plantas productoras de combustibles líquidos. Todavía en fase de experimentación, por lo que no se tendrán en cuenta en nuestro estudio. Son muy interesantes las plantas acuáticas como el Jacinto de agua, con una elevada asimilación fotosintética, y también algas microscópicas (microfitos), que permiten un cultivo continuo.

**Tabla 6. Cultivos energéticos**

<b>Comunidad</b>	<b>Cultivos energéticos(tep)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Recursos existentes (tep)</b>	<b>Recursos existentes (t)</b>
<b>Andalucía</b>	1.061.828	18,4 %	1.061.828	2.949.522
<b>Aragón</b>	716.299	12,4%	716.299	1.999.719
<b>Asturias</b>	0	0,0%	0	0
<b>Baleares</b>	0	0,0%	0	0
<b>Canarias</b>	0	0,0%	0	0
<b>Cantabria</b>	0	0,0%	0	0
<b>Castilla-La Mancha</b>	1.130.223	19,6%	1.130.223	3.139.608
<b>Castilla-León</b>	1.700.445	29,5%	1.700.445	4.723.458
<b>Cataluña</b>	277.007	4,8%	0	0
<b>Com.Valenciana</b>	0	0,0%	0	0
<b>Extremadura</b>	383.940	6,7%	0	0
<b>Galicia</b>	0	0,0%	0	0
<b>La Rioja</b>	23.118	0,4%	0	0
<b>Madrid</b>	96.940	1,7%	0	0
<b>Navarra</b>	194.959	3,4%	0	0
<b>País Vasco</b>	55.591	1,0%	0	0
<b>Región de Murcia</b>	128.213	2,2%	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>5.768.563</b>		<b>4.608.795</b>	<b>12.802.208</b>

### 1.1.8. SITUACIÓN DE LA BIOMASA

La creciente demanda energética a nivel mundial, el encarecimiento de los costes de los combustibles fósiles y las subvenciones propuestas por los gobiernos han incentivado el desarrollo y consumo de las energías renovables o denominadas verdes.

La biomasa en los últimos años ha llegado a colocarse en lo más alto de las energías renovables y una de las que tiene mayor potencial de crecimiento en el futuro.

Teniendo en cuenta el aumento de la demanda energética a escala global y atendiendo también al esfuerzo por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, cada vez más países están recurriendo al recurso de la biomasa como combustible.

Tanto a nivel mundial, como a nivel de UE y a nivel de España, el recurso renovable que más se utiliza, tanto en términos de energía primaria como en términos de energía final, es, con bastante diferencia, la biomasa y los residuos.

#### 1.1.8.1. SITUACIÓN A NIVEL MUNDIAL

La estructura de la energía primaria es muy diferente cuando se analiza la situación del mundo en su conjunto, o se incluyen únicamente los países más desarrollados económicamente.

Los datos de la Tabla 7 permiten realizar dicha comparación, así como ver la evolución que las distintas fuentes energéticas han experimentado en sus pesos relativos desde el año 1973 y la situación actual (datos más recientes en cada caso).

También se puede observar cómo tras los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) aparece en importancia el grupo que la Agencia Internacional de Energía denomina “combustibles renovables y residuos”, que comprende biomasa sólida, biomasa líquida, biogás, residuos industriales y residuos urbanos.

**Tabla 7. Estructura de energía primaria (en porcentajes)**

Tipo de combustible	Mundo,1973	Mundo,2008	OCDE,1973	OCDE,2009
<b>Petróleo</b>	46,1	33,2	52,5	37,2
<b>Carbón</b>	24,5	27,0	22,6	19,7
<b>Gas natural</b>	16,0	21,1	19,0	24,2
<b>Combustibles renovables y residuos</b>	10,6	10,0	2,3	4,4
<b>Nuclear</b>	0,9	5,8	1,3	11,3
<b>Hidroeléctrica</b>	1,8	2,2	2,1	2,1
<b>Geotérmica/Solar/Eólica</b>	0,1	0,7	0,2	1,1
<b>Total</b>	100	100	100	100
<b>En Mtep</b>	6.166	12.267	3.724	5.170

Comparando los datos de energía primaria en todo el mundo entre 1973 y 2008 se observa que:

- El suministro total de energía prácticamente se ha duplicado entre 1973 y 2008, pasando de 6.166 a 12.267 Mtep.
- Se ha reducido de manera significativa la aportación del petróleo, pasando de un 46,1% en 1973 al 33,2% en 2008.
- El peso del grupo de combustibles renovables desciende ligeramente.
- Aumenta la aportación de la energía nuclear, gas natural, carbón, geotérmica/solar/eólica e hidroeléctrica.

Si evaluamos los cambios que ha experimentado el conjunto de países que forman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), podemos observar cómo el suministro total de energía se ha incrementado un 39% en el periodo analizado, bastante menos que a nivel mundial. Centrándonos en el grupo de combustibles renovables y residuos, se observa, por un lado, que el porcentaje es bastante menor a nivel de OCDE que a nivel mundial y, por otro, que a diferencia de lo que ocurre a nivel mundial, en la OCDE el peso de estos combustibles ha crecido pasando del 2,3% en 1973 al 4,4% en 2009.

De acuerdo con datos del Banco Mundial, en 2006 el porcentaje de la biomasa y residuos sobre el total del suministro de energía primaria estuvo por encima del 50% en 26 países, y por encima del 75% en once países (Haití, Sudán, Zambia, Camerún, Nigeria, Mozambique, Togo, Nepal, Etiopía, Tanzania y República Democrática del Congo).

En contraste, en los países de la OCDE la biomasa supuso un 3,8% y un 5% en la UE-15. Si agrupamos los países por niveles de ingreso, se obtienen los siguientes resultados: 3,4% para el conjunto de países de ingreso alto, 12,3% para países de ingreso medio y 53,8% para países de ingreso bajo (Banco Mundial, 2010).

Estos datos nos indican que hay que distinguir entre usos tradicionales y usos modernos de la biomasa. Los usos tradicionales de la biomasa se identifican principalmente, aunque no exclusivamente, con la biomasa que se obtiene sin mediar una transacción comercial. Esta biomasa es la leña tradicionalmente usada para cocción de alimentos y calefacción. La biomasa moderna se caracteriza por las transacciones en el mercado y se utiliza para generación de energía eléctrica, para producción de calor tanto en la industria como en los hogares y para la producción de biocarburantes para el transporte.

#### 1.1.8.2. SITUACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA

En la UE, cuando se habla de biomasa se considera que ya se está haciendo referencia a la biomasa moderna. El porcentaje de biomasa y desechos sobre el total de energía primaria, en el año 2006, fue del 3,6% en España, 4,4% en Francia, 4,6% en Alemania, 5,5% en Polonia, 12,9% en Dinamarca, 13,1% en Austria, 18,4% en Suecia y 20,4% en Finlandia.

En la Tabla 8 se recoge el consumo de energía primaria por combustible, así como el porcentaje de cada uno de ellos, en el conjunto de los 27 países de la UE en los años 1998 y 2008.

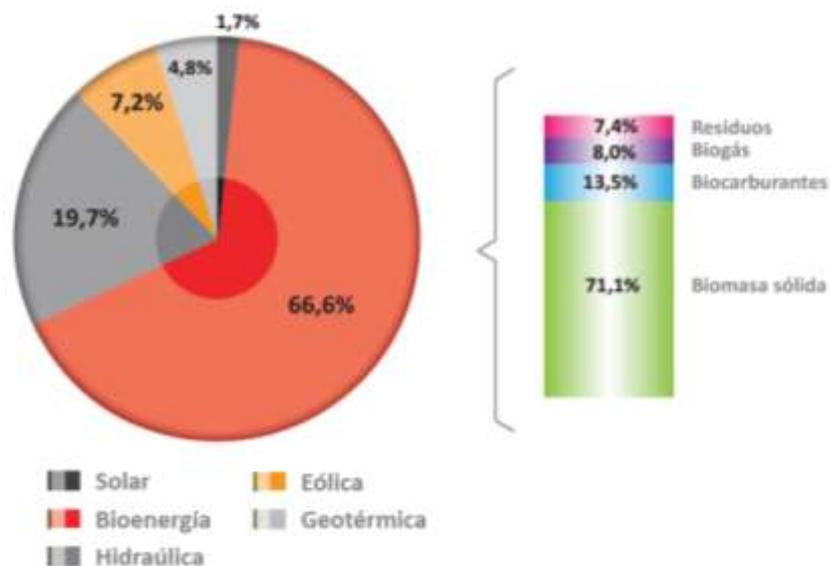
**Tabla 8. Consumo de energía primaria por combustible en la UE-27 (En Mtep)**

<b>Tipo de combustible</b>	<b>1998</b>	<b>2008</b>	<b>Variación 1998-2008</b>
<b>Petróleo</b>	679 (39,4%)	659 (36,5%)	-3%
<b>Gas</b>	371 (21,5 %)	441 (24,5%)	19%
<b>Carbón</b>	337 (19,6%)	306 (17,0%)	-9%
<b>Nuclear</b>	237 (13,7%)	242 (13,5%)	2%
<b>Fuentes renovables</b>	94 (5,5%)	151 (8,4%)	60%
<b>Total</b>	1.723 (100%)	1.799 (100%)	4%

Se observa cómo a pesar de los importantes cambios que se han producido entre 1998 y 2008, el orden jerárquico de los combustibles en cuanto a cantidades consumidas se ha mantenido. No obstante, cabe destacar el importante avance de las energías renovables, el avance significativo del gas y la disminución del petróleo y, sobre todo, del carbón.

En cuanto a la situación de las energías renovables en el ámbito de la UE-27, y según los últimos datos facilitados por Euroobserv´ER, en 2009 la cuota de energías renovables del consumo energético final bruto fue del 11,6%, mientras que para el consumo eléctrico fue del 18,2%.

La Figura 2 presenta el porcentaje de cada recurso renovable en ese 11,6% de cuota de energías renovables en el consumo energético final en la UE-27 en 2009. La bioenergía supone el 66,6% y se refiere al conjunto de la biomasa sólida, biogás, biocarburantes y residuos municipales renovables. El gráfico muestra la importancia relativa de cada uno de estos cuatro grupos. Como puede observarse, la biomasa sólida que es el objeto de este proyecto realiza la contribución mayoritaria con un 71%.

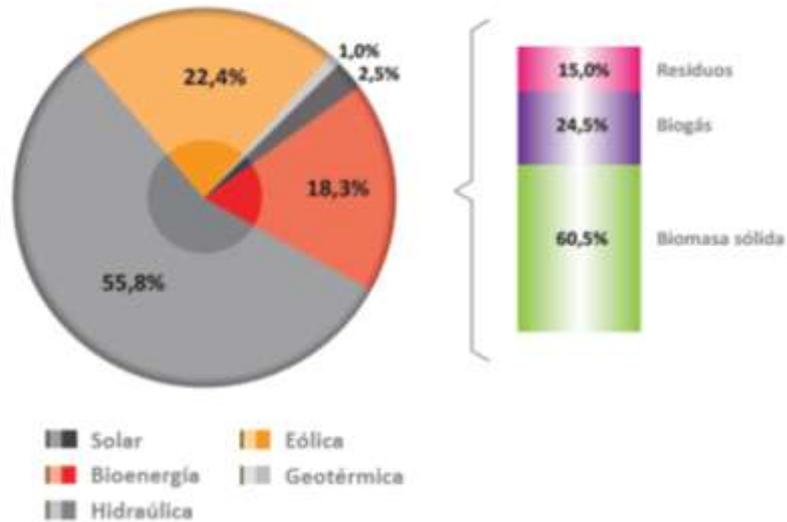


**Figura 2. Mix energías renovables en consumo final UE-27 (2009)**

Del mismo modo, la Figura 3 presenta el porcentaje de cada recurso renovable sobre el 18,2% de la cuota de energías renovables destinadas al consumo eléctrico en la UE-27, con datos de 2009. En este caso, la bioenergía supone el 18,3%, y dentro de las fuentes incluidas la biomasa sólida vuelve a ser la más destacada con un 60,5% del total del subgrupo de fuentes bioenergéticas.

Los objetivos fijados para la biomasa por la UE para 2020 alcanzarían los 1.650 TWh de consumo anual de energía final. Para alcanzar dicho escenario, el suministro de energía

primaria por biomasa tiene que estar entre 1.850 y 3.400 TWh, dependiendo de cómo la biomasa vaya a ser utilizada (bien para producir calor o electricidad).



**Figura 3. Mix energías renovables en consumo eléctrico UE-27 (2009)**

Un estudio sobre la cantidad de biomasa que se podría obtener domésticamente en la UE en un escenario de movilización “dinámica” de biomasa (teniendo en cuenta la tierra disponible, los diferentes tipos de combustible a partir de biomasa, la sostenibilidad y el tiempo necesario para incrementar la oferta), llega a la conclusión de que se podría alcanzar una oferta adicional de 1.000 TWh de energía renovable por biomasa doméstica (European Climate Foundation, 2010).

Dos tercios de tal incremento potencial procederían de cultivos energéticos y residuos agrícolas, y el resto de incrementos en la extracción de residuos forestales y de mayor uso de residuos sólidos urbanos e industriales para propósitos de energía. Con ello se llegaría a una oferta aproximada de 2.000 TWh al año de biomasa producida en la UE. Para satisfacer una demanda de 2.300 TWh al año habrá que importar biomasa para cubrir unos 300 TWh al año.

Los planes nacionales que los 27 países de la UE han elaborado y comunicado en 2010 al organismo correspondiente de la UE, sobre la evolución de las energías renovables hasta 2020, permiten conocer el peso que tienen y van a tener en los próximos años las distintas aplicaciones de la biomasa. Los datos obtenidos a partir de dichos planes nacionales

permiten establecer una panorámica de la situación actual y perspectivas de la biomasa en la UE, que se recoge en la Tabla 9.

**Tabla 9. Panorámica de la situación actual y perspectivas de la biomasa en la UE**

	2005	2010	2020
<b>%energías renovables en el consumo final bruto de energía (Mtep)</b>	8,0%	11,5%	20,5%
<b>% bioenergía dentro de las energías renovables (Mtep)</b>	60,0%	61,0%	57,0%
<b>Contribución total de bioenergía en 2010 en la UE</b>	83,8 Mtep	Uso térmico= 70%	
		Transporte=18%(ppal. Biocarburantes)	
		Uso eléctrico= 12%	
<b>Contribución total prevista de bioenergía en 2020 en la UE</b>	138,5 Mtep	Uso térmico= 62%(España = 51%)	
		Transporte=24%(España=40%)	
		Uso eléctrico= 14%(España=9%)	
<b>Bioenergía para uso térmico en 2020 en la UE</b>	El 18% del consumo total de energía para aplicaciones térmicas: un 83 % biomasa sólida, un 11 % biogás y un 6% biolíquidos.		
	En España, el 16% del consumo total de energía para aplicaciones térmicas: un 97,5 % biomasa sólida y un 2,5 % biogás.		
	Según los planes nacionales, la producción de bioenergía para uso térmico crecería en 27 Mtep entre 2010 y 2020 en la UE.		
<b>Bioenergía para uso eléctrico en 2020 en la UE</b>	El 7% del consumo total de energía para aplicaciones eléctricas: un 71% biomasa sólida y un 29% biogás.		
	En España, el 3% del consumo total de energía para aplicaciones eléctricas: un 67% biomasa sólida y un 33% biogás.		
	Según los planes nacionales, la producción de bioenergía para usos eléctricos crecería en 116 TWh entre 2010 y 2020 en la UE. Del incremento total de electricidad por fuentes renovables, el 27% sería bioenergía, lo que supondría un peso en el mix renovable del 23% en 2020.		

### 1.1.8.3. SITUACIÓN EN ESPAÑA

España es aún un país altamente dependiente de los combustibles fósiles. El peso del petróleo en el consumo de energía primaria (48,8%) es superior a la media europea, y el gas natural supone un 24% del consumo total de energía primaria.

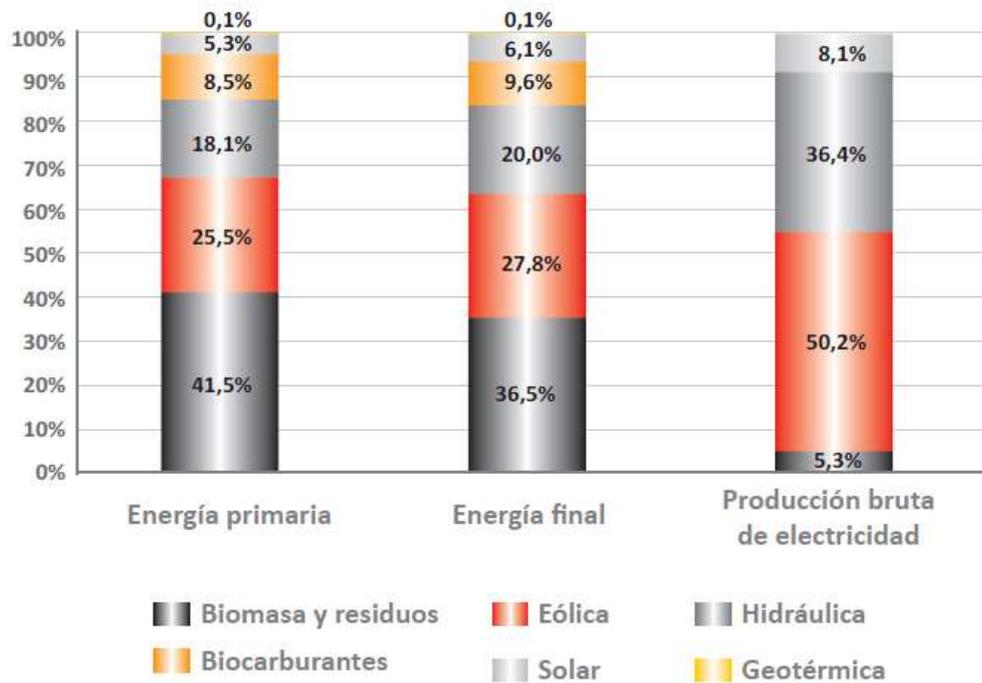
No obstante, el aumento de la cuota de las energías renovables en el mix energético de los últimos años ha supuesto que, por primera vez en el año 2009, la energía procedente de fuentes renovables consumida superara a la generada por carbón (Tabla 10).

**Tabla 10. Consumo de energía primaria en España en 2009 (en Ktep)**

<b>Petróleo</b>	63.673(48,8%)
<b>Gas natural</b>	31.104((23,8%)
<b>Nuclear</b>	13.750(10,5%)
<b>Energías renovables</b>	12.325(9,4%)
<b>Carbón</b>	10.353(7,9%)
<b>Saldo eléctrico</b>	-697
<b>Total</b>	130.508(100%)

En cuanto a las fuentes de energías renovables, la cuota del 9,4% que representan en el consumo de energía primaria en España se reparte entre la biomasa y los residuos en un 41,5%, la energía eólica en un 25,5%, la hidráulica en un 18,1%, los biocarburantes en un 8,5%, la energía solar un 5,3% y la geotérmica un 0,1%.

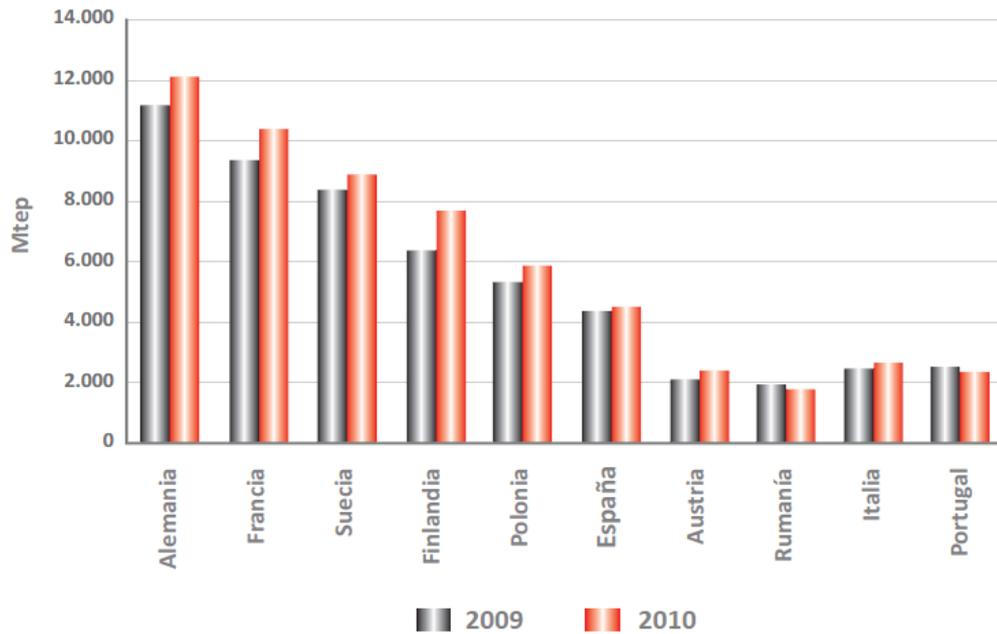
A su vez, la aportación de las energías renovables supone el 11,3% del consumo energético final y se reparte en biomasa y residuos (36,5%), eólica (27,8%), hidráulica (20,0%), biocarburantes (9,6%), solar (6,1%) y geotérmica (0,1%). En cuanto a la producción bruta de electricidad, las energías renovables contribuyen con un 24,7%, siendo la eólica la principal fuente con el 50,2%, seguida por la hidráulica (36,4%), la solar (8, 1%) y la biomasa y los residuos (5,3%) (Figura 4).



**Figura 4. Peso de cada recurso renovable en los consumos de energías primarias y final, y en la producción bruta de electricidad en España**

Tanto a nivel mundial, como a nivel de UE-27 y a nivel de España, el recurso renovable que más se utiliza, tanto en términos de energía primaria como en términos de energía final, es, con bastante diferencia, la biomasa y los residuos. En España su utilización para la generación de energía eléctrica es menor que en la UE-27.

En lo relativo a la biomasa sólida, y según Euroserv´ER 2011, España ocupa el sexto lugar en la UE-27 en cuanto a producción de energía primaria a partir de biomasa sólida, tras Alemania, Francia, Suecia, Finlandia y Polonia. En la Figura 5 se representa la producción en 2009 y 2010 de los 10 países de la UE que más energía primaria producen a partir de biomasa sólida.



**Figura 5. Producción de energía primaria a partir de biomasa sólida en países de la UE-27**

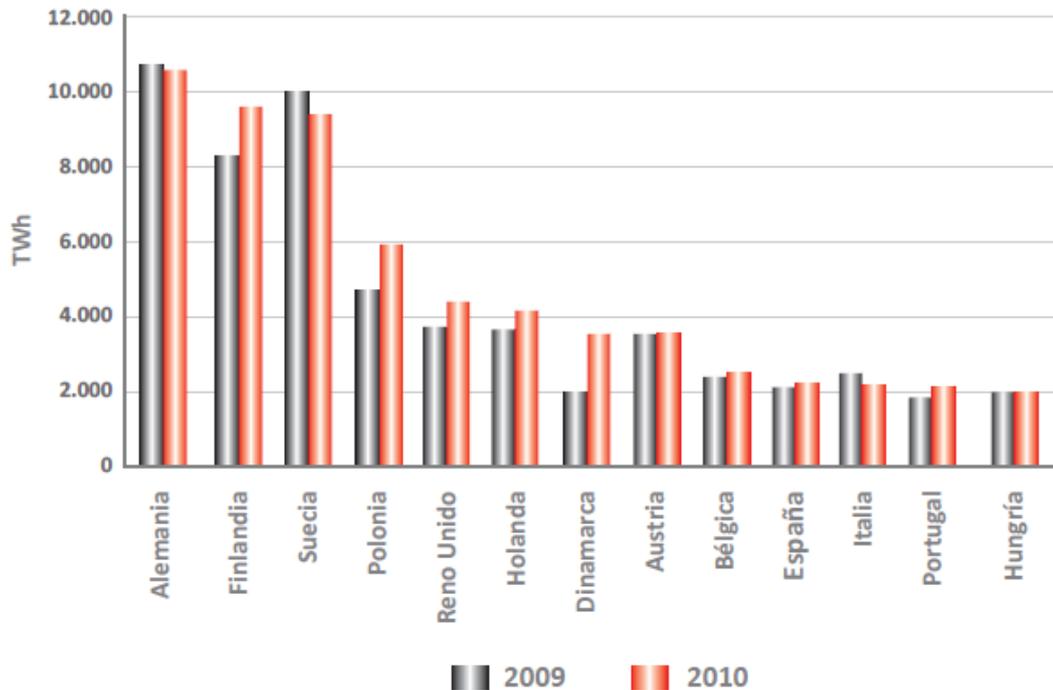
Sin embargo, si atendemos a la producción de energía primaria a partir de biomasa sólida, pero en producción por habitante (en tep) en la UE para 2010, España ocupa el lugar 18, con una tasa de 0,103 que está por debajo de la tasa que se obtiene para el conjunto de la UE, que es de 0,158, y muy lejos de la tasa que tiene Finlandia con un 1,435. El detalle de la producción en cada país se presenta en la Tabla 11.

**Tabla 11. Producción de energía primaria de biomasa sólida en la UE (2010)**

<b>País</b>	<b>Tep/Hab</b>
<b>Finlandia</b>	1,435
<b>Suecia</b>	0,985
<b>Letonia</b>	0,773
<b>Estonia</b>	0,698
<b>Austria</b>	0,541
<b>Lituania</b>	0,301
<b>Dinamarca</b>	0,299
<b>Eslovenia</b>	0,279
<b>Portugal</b>	0,243
<b>República Checa</b>	0,199
<b>Rumanía</b>	0,167
<b>Francia</b>	0,162
<b>Polonia</b>	0,154
<b>Alemania</b>	0,150
<b>Hungría</b>	0,149
<b>Eslovaquia</b>	0,136
<b>Bulgaria</b>	0,104
<b>España</b>	0,103
<b>Luxemburgo</b>	0,081
<b>Bélgica</b>	0,079
<b>Grecia</b>	0,072
<b>Holanda</b>	0,062
<b>Italia</b>	0,047
<b>Irlanda</b>	0,044
<b>Reino Unido</b>	0,023
<b>Chipre</b>	0,012
<b>Malta</b>	0,000
<b>Unión Europea</b>	0,158

Por otro lado, la Figura 6 muestra la producción bruta de electricidad a partir de biomasa sólida en los 12 países de la UE-27 que más producen. España ocupa el décimo lugar, a mucha distancia de los países que ocupan los primeros lugares. Merece la pena destacar el hecho de que, de los 5 países de la UE que según el Figura 5 están por delante de España en producción de energía primaria a partir de biomasa sólida, Francia no aparece en la Figura 6, lo cual se debe a la apuesta de dicho país por la energía nuclear, y los otros cuatro países son los que ocupan las primeras posiciones en producción bruta de electricidad a partir de biomasa sólida.

El análisis de los recursos de biomasa existentes en España para la producción energética demuestra que somos un país con un elevado potencial para incrementar las cuotas de producción de biomasa en el mix energético.



**Figura 6. Producción bruta de electricidad a partir de biomasa sólida en la UE-27**

Tal y como se observa en la Tabla 12, que hace referencia a los proyectos puestos en explotación durante el periodo 1999-2004, en España la biomasa para energía se ha obtenido principalmente de los residuos de industrias forestales y de residuos de industrias agrícolas. En todo caso, los datos indican claramente que se han aprovechado muy poco los residuos forestales (en cuanto a energía primaria) y los residuos agrícolas herbáceos, y nada los residuos agrícolas leñosos y los cultivos energéticos, al menos hasta el año 2004.

**Tabla 12. Biomasa: proyectos puestos en explotación durante el periodo 1999-2004**

	Número de proyectos	Energía primaria(tep)
<b>Residuos forestales</b>	149	9.671
<b>Residuos agrícolas leñosos</b>	0	0
<b>Residuos agrícolas herbáceos</b>	2	58.803
<b>Residuos de industrias forestales</b>	121	206.946
<b>Residuos de industrias agrícolas</b>	37	262.882
<b>Cultivos energéticos</b>	0	0
<b>Total</b>	309	538.302

Cabe destacar que el mayor consumo de biomasa se da en Andalucía, Galicia y Castilla y León (Figura 7), debido principalmente a la presencia en ellas de empresas que consumen grandes cantidades de biomasa, a la existencia de un sector forestal desarrollado y la diseminación de la población que facilita el uso de la biomasa doméstica.



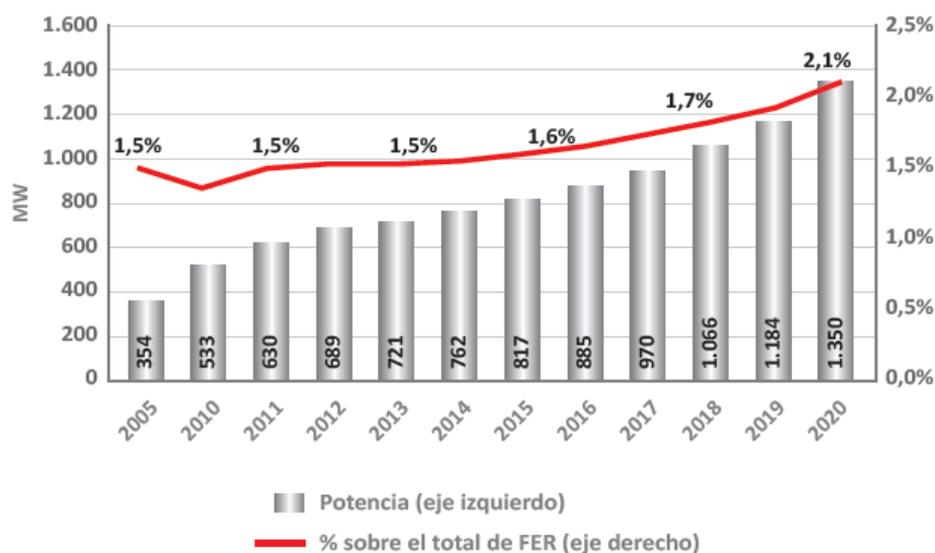
**Figura 7. Consumo de biomasa en España**

### **Fomento y evolución real de la biomasa en España**

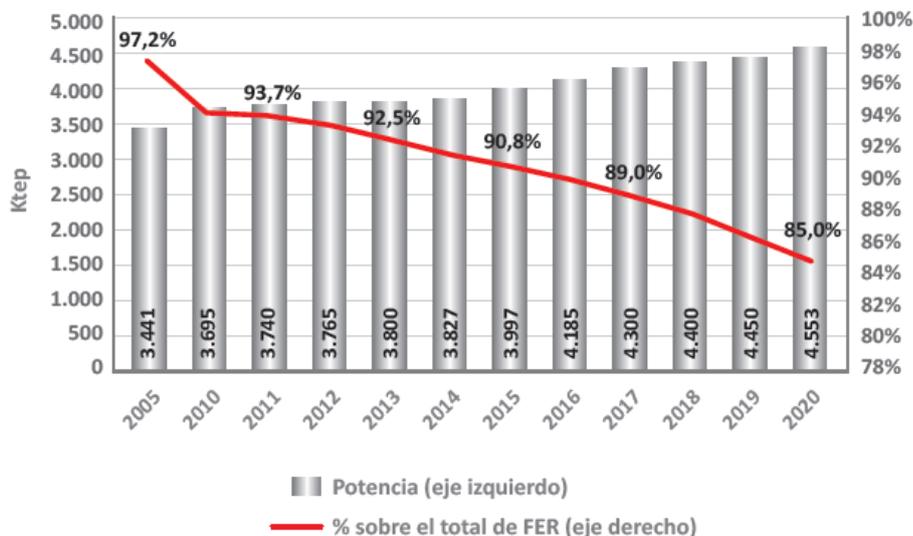
El Plan de Acción de las Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020, presentado a la Comisión Europea en junio de 2010, y el nuevo PER 2011-2020, señalan los objetivos de crecimiento futuro a escala nacional de las energías renovables para poder cumplir con las directrices europeas en esta materia. La Directiva 2009/28/EC del Parlamento y Consejo Europeo para la promoción del uso de las fuentes de energía renovable señala como objetivos para los países miembros alcanzar, al menos, un aporte de las renovables en el consumo final de energía del 20%. Así mismo, se plantea un objetivo del 10% para el uso de fuentes de renovables en el sector del transporte.

La previsión de crecimiento que dichos textos de planificación asignan a la biomasa sólida para electricidad es de un incremento del 153% con respecto al año 2010, con lo que se alcanzaría así en el año 2020 los 1.350 MW de potencia instalada. Este objetivo situaría el peso de la biomasa sobre el total de la potencia instalada de renovables en el 2,11% (Figura 8).

En cuanto a las previsiones de crecimiento de la biomasa sólida para usos térmicos (calefacción y refrigeración) que señala el PER-2011-2020, estas se sitúan en el 23,2% con respecto al año 2010, alcanzando los 4.553 ktep de producción. El avance de otras fuentes renovables durante el periodo de planificación va a producir una caída del peso relativo de la biomasa sólida como fuente de energía térmica (Figura 9).



**Figura 8. Previsiones de crecimiento de la biomasa sólida para uso eléctrico según el PER 2011-2020**



**Figura 9. Previsiones de crecimiento de la biomasa sólida (incluidos residuos) para uso térmico según el PER 2011-2020**

## 1.1.9. CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

### 1.1.9.1. ASTILLAS

Las astillas de madera son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado.

En función de su procedencia y calidad, pueden distinguirse dos grupos principales de astillas:

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



**Figura 10. Astillas**

Como ventaja tiene que, al ser un combustible que tiene un pretratamiento relativamente sencillo (astillado y, en su caso, secado), tienen un coste inferior a biomásas producidas industrialmente. Se pueden producir localmente y pueden ser un combustible de alta calidad para calderas de cualquier tamaño, aunque precisan de mayor espacio de almacenamiento que los pellets o el hueso de aceituna. Sin embargo, el control de calidad de las astillas de madera y de los residuos agroindustriales es muy importante ya que sus características son poco homogéneas, principalmente en lo que se refiere al poder calorífico y la humedad. Las astillas muy húmedas (> 40%), los trozos de madera grandes en las astillas, así como algunos tipos de residuos agrícolas son poco recomendables en la mayoría de las calderas para edificios y viviendas.

**Tabla 13. Recomendación de astillas de madera para uso doméstico**

<b>Astillas de madera</b>	
<b>Origen</b>	Troncos de madera
<b>Contenido de humedad</b>	≤20-30%
<b>Dimensiones de la fracción principal (&gt;80%en peso)</b>	Dimensión mayor de ≤63 mm
<b>Densidad energética</b>	<900 kWh/m <sup>3</sup> apilados

**Tabla 14. Origen de las astillas**

<b>Especie origen de las astillas</b>	<b>Humedad</b>	<b>Densidad energética(kWh/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Abeto</b>	20	686	170
	30	662	192
	40	640	224
	50	610	269
<b>Corteza abeto</b>	20	649	162
	30	626	183
	40	604	213
	50	575	256
<b>Alerce</b>	20	863	214
	30	841	244
	40	814	285
	50	775	342
<b>Pino silvestre</b>	20	799	198
	30	768	223
	40	743	260
	50	710	313
<b>Haya/encina</b>	20	960	254
	30	925	287
	40	892	335
	50	847	402

#### 1.1.9.2. RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Los residuos agroindustriales adecuados para su uso como combustible en calderas de biomasa son fundamentalmente los provenientes de las industrias de la producción de aceite de oliva y aceituna, de las alcoholeras y la uva, y de los frutos secos.

En general, los proveedores suelen reducir su grado de humedad mediante procesos de secado con el objetivo de aumentar su poder calorífico inferior. Normalmente, son combustibles económicos y de buena calidad, aunque en algunos casos se debe prestar una especial atención a las distintas calidades de una misma biomasa.

Por ejemplo, el hueso de aceituna es recomendable que esté limpio de pieles o pellejo, para reducir las labores de mantenimiento y mejorar la operación.

**Tabla 15. Características de la cáscara de almendra**

<b>Cáscara de almendra</b>			
<b>Humedad (%)</b>	12		
<b>Densidad aparente(kg/m<sup>3</sup>)</b>	470		
<b>PCI b.s.(kJ/kg)</b>	PCI b.s (kWh/kg)	15.900	4.4

**Tabla 16. Características del hueso de aceituna**

<b>Hueso de aceituna</b>			
<b>Humedad (%)</b>	10		
<b>Densidad aparente(kg/m<sup>3</sup>)</b>	650-700		
<b>PCI b.s.(kJ/kg)</b>	PCI b.s. (kWh/kg)	18.000-19.000	5,0-5,3

### 1.1.9.3. COMBUSTIBLES TRADICIONALES: LEÑA Y BRIQUETAS

Aunque su uso se da con menor frecuencia que el del resto de los biocombustible sólidos presentados previamente, existen también calderas modernas diseñadas para su uso con leña o briquetas. No obstante, su uso se reduce casi exclusivamente a calderas de viviendas unifamiliares y a geografías con alta disponibilidad de este tipo de biomasa.

#### **Leña**

La leña proviene de trocear troncos que no van a ser utilizados para producir madera, y pueden producirse localmente por los propios usuarios. Al igual que ocurre con el resto de la biomasa, la energía que producen en la caldera va a depender del tipo de madera y de la humedad que contenga. La leña debe introducirse manualmente en la caldera, normalmente varias veces al día. Por lo tanto, los sistemas de calefacción de leña son semiautomáticos, con la ventaja de que esta biomasa es muy económica.

Existen calderas que funcionan exclusivamente con leña, y otras que funcionan con leña y astillas o pellets y que tienen un mayor campo de aplicación.

**Tabla 17. Recomendación de leña para uso doméstico**

<b>Leña</b>	
<b>Origen</b>	Troncos de madera
<b>Contenido en humedad</b>	≤20%
<b>Dimensiones</b>	Desde piezas menores de 20 centímetros de longitud, con diámetros menores de 2 centímetros, hasta piezas con longitud superior a 1 metro y diámetros mayores de 35 centímetros. La mayoría de las clases se sitúan entre estos valores con longitudes entre 20 centímetros y 1 metro y diámetros mayores de 2 centímetros y menores de 35 centímetros.
<b>Madera</b>	Especificar si es conífera o frondosa
<b>Clasificación</b>	No se ven significantes cantidades de moho o descomposición; la superficie de corte son lisas y regulares
<b>Densidad energética</b>	Para maderas de frondosas valores menores de 1.700 kWh/m <sup>3</sup> apilados y para coníferas o mezclas de ambas valores menores de 1.300 kWh/m <sup>3</sup> apilados.

### ***Briquetas***

Las briquetas son cilindros de biomasa densificada de tamaño superior al del pellet, provenientes normalmente de serrines y virutas de aserraderos. Estos cilindros sustituyen normalmente a la leña en las calderas.

Las principales propiedades de las briquetas son una humedad menor del 10%, un poder calorífico inferior superior a los 16,9 MJ/kg (4,7 kWh/kg) y una densidad en torno a los 1.000 kg/m<sup>3</sup>. El contenido en cenizas no llega al 0,7%.

#### **1.1.9.4. PELLETS DE BIOMASA**

Los pellets de biomasa son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas molturadas y secas, provenientes de serrerías, de otras industrias, o se producen a partir de astillas y otras biomásas de diversos orígenes, como los agropellets. En el proceso de

pelletización no se utilizan productos químicos sino simplemente presión y vapor, aunque es posible encontrar también un porcentaje reducido de aditivos biológicos.



**Figura 11. Pellets**

Es aconsejable exigir al suministrador de pellets que indique explícitamente el origen y tipo de biomasa del que están compuestos para evitar malentendidos con otros tipos de pellets no aptos para las calderas de biomasa. Así mismo, se recomienda el uso de pellets de madera natural, por ser los más adecuados para su uso en la climatización de viviendas y grandes edificios.

Las características principales de los pellets de madera se muestran en las Tablas 18,19 y 20

**Tabla 18. Características de los pellets**

	<b>Pellet baja calidad</b>	<b>Pellet estándar</b>	<b>Pellet alta calidad</b>
<b>Poder calorífico inferior</b>			
<b>(Kcal/kg)</b>	>3.000	>4.000	>4.300
<b>(kJ/kg)</b>	>12.500	>16.700	>18.000
<b>Humedad b.h. (%en masa)</b>	<12	<12	<10
<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	>1.000	1.000-1.400	>1.120
<b>Contenido en cenizas (%en peso)</b>	<6	<1,5	<0,5
<b>Longitud(mm)</b>	<7×diámetro	<50	<5×diámetro
<b>Diámetro(mm)</b>	<12	4-10	<8

**Tabla 19. Propiedades normativas del proyecto de la norma europea prEN 14961-2**

Propiedad	Pellet baja calidad	Pellet estándar	Pellet alta calidad	Análisis
<b>Origen</b>	Biomasa leñosa sin corteza			Documentación
<b>Diámetro(D) y Longitud (L)</b>	D6 ± 1mm ó D 8 ± 1mm			Muestreo en el almacén
	L5-40 mm			
<b>Humedad b.h. (M)</b>	M 10≤10%			UNE-CEN/TS 14774-2
<b>Cenizas(A)</b>	A0,5 ≤0,5%		A1,0≤1,0%	UNE-CEN/TS 14775
<b>Durabilidad(DU)</b>	DU96,5≥96,5%	DU97,5≥97,5%	DU95,0≥95%	UNE-CEN/TS 15210-1
<b>Finos(F)</b>	F1,0≤1%	F2,0≤2%	F3,0≤3%	UNE-CEN/TS 15149-2
<b>Aditivos</b>	Especificar tipo y cantidad			
<b>Poder calorífico(Q)</b>	16,5 (MJ/kg) ó 4,6 (MJ/kg)			UNE-CEN/TS 14918 ó UNE-CEN/TS 15234
<b>Densidad aparente (BD)</b>	≥625 kg/m <sup>3</sup> suelto		≥600	UNE-CEN/TS 15103

**Tabla 20. Propiedades informativas del proyecto de la norma europea prEN 14961-2**

Propiedad informativa	Pellet baja calidad	Pellet estándar	Pellet alta calidad	Análisis
<b>Nitrógeno (%base seca)</b>	≤0,3%	≤0,3	≤0,5	UNE-CEN/TS 15289
<b>Azufre</b>	≤0,02%	≤0,04	≤0,05	UNE-CEN/TS 15289
<b>Cloro</b>	≤0,02%	≤0,05	≤0,05	UNE-CEN/TS 15103
<b>Fusión cenizas (°C)</b>	AM 1300	AM 1300	AM 1150	UNE-CEN/TS 15370-1

En general, un buen pellet de madera presenta menos de un 10% de humedad y una durabilidad mecánica mayor del 97,5% (existe un proyecto de norma donde se define, PNE-CEN/TS 15210-1 EX: Biocombustibles sólidos. Métodos para la determinación de la durabilidad mecánica de pellets y briquetas, y fecha de 16 de enero de 2007).

El contenido de finos no pasa del 1% ó 2% mientras que las cenizas y el azufre se sitúan en torno al 0,7% y 0,05%, respectivamente. Los aditivos no deben representar más de un 2% en peso en base seca y como compactadores sólo son válidos productos de la biomasa agrícola y forestal que no han sido tratados químicamente. En todo caso, el tipo y la cantidad de aditivos tienen que ser especificados por el fabricante.

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

Las calderas denominadas “de pellets” normalmente admiten pellets de calidades medias y altas, siendo, en principio, el único tipo de combustible admitido por estos equipos aunque, realizando los ensayos y pruebas necesarios por parte de los fabricantes, pueden llegar a utilizar otros como los huesos de aceituna triturados.

También existen calderas de biomasa que pueden funcionar con pellets de calidad inferior, más económicos aunque con mayor porcentaje de cenizas y menor poder calorífico.

Una de las características a considerar de los pellets es su posible degradación para ciertos porcentajes de humedad, por lo que siempre deben estar almacenados en recintos impermeabilizados, tanto en los puntos de suministro como en el almacenamiento en edificios y viviendas.

Es imprescindible exigir una durabilidad mecánica mínima para evitar la desintegración de los pellets en polvo, el cual posee unas propiedades de combustión diferentes y genera problemas en los procesos de transporte, descarga, almacenamiento y combustión.

La degradación del pellet puede dar lugar a finos que implican una mayor emisión de polvo en los almacenamientos, daños en las calderas, menor eficiencia, más cenizas volantes y mayores emisiones de aerosoles.

Para reducir la presencia de finos conviene evitar las causas que los generan:

- El bombeo de los pellets a larga distancia y a una diferencia de alturas grande (por ejemplo, si se almacenan los pellets en un desván).
- Daños en las tuberías y conexiones (tornillos, soldaduras con bordes afilados,...).
- Silos de almacenamiento mal dimensionados (placas deflectoras demasiado cercanas al final de la tubería, placas deflectoras inadecuadas, pendientes no suficientemente inclinadas,...).
- Conexiones no estandarizadas de tuberías.

Una forma práctica de conocer si el pellet tiene la compresión y densidad adecuadas, y descartar productos de bajas calidades, consiste en realizar dos comprobaciones simples:

- Situar en la mano una cantidad pequeña de pellets y cerrar la mano sin aplastarlos. Agitarlos, y al abrir la mano los pellets deben permanecer con la misma forma que estaban al principio, y la producción de finos debe haber sido escasa o nula.
- Introducir el pellet en un vaso de agua, y verificar que se quede sobresaliendo ligeramente del agua (densidad próxima a  $1 \text{ kg/dm}^3$ ) o que se hunde despacio (densidad  $> 1 \text{ kg/dm}^3$ ). Si permanece flotando similar a un corcho, entonces su densidad y energía serán menores.

No obstante, para determinar si la densidad es adecuada a las exigencias, existe una Norma Experimental UNE-CEN/TS 15150 EX “Biocombustibles sólidos. Métodos para la determinación de la densidad de partículas”, y para pellets y briquetas de combustibles sólidos recuperados se encuentra la CEN/TS 15405 “Combustibles sólidos recuperados. Métodos para la determinación de la densidad de pellets y briquetas”.

### 1.1.10. CALDERAS DE BIOMASA

La instalación necesaria para el aprovechamiento de biomasa en calefacción y ACS no difiere sustancialmente de la utilizada con combustibles convencionales como el gasóleo o gas natural. De hecho, es casi idéntica si exceptuamos el quemador de la caldera, el silo de almacenaje y el sistema de suministro a la caldera.

Sin embargo, debemos aclarar que la instalación de equipos con biomasa obliga de alguna forma a realizar instalaciones centralizadas, dada las dificultades y limitaciones en la distribución del combustible (biomasa) entre el depósito y la caldera.

Se trata de calderas muy semejantes en tamaño y funcionamiento a las calderas de gasóleo, salvo el quemador, que está adaptado a las condiciones especiales de la biomasa. Aunque inicialmente estas calderas ofrecían rendimientos muy bajos, en la actualidad han evolucionado mucho, alcanzando en muchos casos rendimientos cercanos al 95%, y un mantenimiento mínimo, así como sistemas automáticos de limpieza de las cenizas resultantes de la combustión.

Algunas de las características que debe requerir una buena caldera de biomasa son las siguientes: tener cámara de combustión de material refractario, sistema antisolidificación de cenizas (para evitar taponamientos en la entrada de combustible al quemador), certificado de

uso emitido por el fabricante de buen funcionamiento y rendimiento energético superior al 90%.

El elemento que singulariza este tipo de calderas frente a las convencionales de gasóleo o gas, es el quemador, que recibe el suministro dosificado y regulado del combustible de biomasa, normalmente granulado (pellets o huesos de aceituna) ya que son éstos los más idóneos por tamaño y forma para su dosificación automática.

En el quemador, y mediante unas resistencias eléctricas, se produce el encendido automático de la biomasa, iniciándose su combustión, que produce el calor que se inyecta en el cuerpo de la caldera, donde se produce el intercambio de calor con el circuito primario de agua. El resto del equipo es similar al de las calderas convencionales.

### **1.1.11. PARTES DE UNA CALDERA DE BIOMASA**

#### **1.1.11.1. EL ACUMULADOR INERCIAL**

Todas las calderas de biomasa necesitan de la instalación de un acumulador inercial convenientemente aislado, dada la gran inercia de combustión de la biomasa. Con dicho acumulador, se consiguen reducir los bloques de la combustión ante interrupciones de demanda de calefacción o ACS, consiguiendo un funcionamiento más regular y por tanto, menor emisión de humos y cantidad de cenizas.

El volumen del acumulador ( $V_{acc}$ ) depende del volumen de llenado de combustible, de la potencia nominal de la caldera ( $P_n$ ) y de la carga térmica total del edificio ( $P_{tot}$ ). En la práctica, se utilizan las siguientes fórmulas simplificadas.

$$V_{acc}(l) = \text{Vol llenado (l)} \times 10$$

$$V_{acc}(l) = P_n \text{ (kW)} \times 40$$

#### **1.1.11.2. EL INTERCAMBIADOR DE CALOR**

Para la producción de ACS, se utiliza un intercambiador de calor, que es el componente que permite la transferencia del calor producido en la combustión al circuito primario (de agua). En el periodo estival, el acumulador inercial permite recargar muchas veces el acumulador de ACS sin tener que volver a encender la caldera. En las instalaciones sin acumulador inercial, el acumulador de ACS debe tener al menos 300 l de capacidad.

El intercambiador se compone de un haz de tubos verticales, existiendo dos tipos:

- Piro-tubulares: Los gases de combustión circulan por los tubos, que están inmersos en el depósito de agua del intercambiador (en éste caso, separado de la cámara de combustión).
- Acuotubulares: en éste sistema, es el agua del intercambiador la que circula por los tubos, los cuales se alojan a la salida de gases de la cámara de combustión.



**Figura 12. Intercambiador de calor**

### 1.1.11.3. EL ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE

Al igual que una instalación de caldera de gasóleo, las calderas de biomasa requieren un depósito de combustible de tipo silo, que puede ser tanto prefabricado (instalaciones pequeñas), como realizado mediante obra civil, normalmente para ser enterrado (instalaciones medias-grandes)



**Figura 13. Silos abiertos prefabricados de biomasa para instalaciones de baja potencia**



**Figura 14. Silo para pellets (aéreo y enterrado)**

La gran diferencia de éste tipo de silos de los depósitos de gasóleo o gas, reside en las limitaciones propias de un combustible que no es fluido, y por lo tanto su ubicación estará en función de la localización de la caldera, de la zona habilitada para el llenado desde el camión suministrador, y del tipo de biomasa empleado. Por otra parte, el volumen de estos silos debe ser bastante mayor que el de los depósitos convencionales, dado el menor poder calorífico por  $m^3$  respecto al gas o el gasóleo. En las figuras 15, 16, 17 y 18 se representan diferentes sistemas y posiciones de un silo y caldera de biomasa.



**Figura 15. Silo enterrado bajo cuarto de caldera**



**Figura 16. Silo enterrado fuera del edificio**



**Figura 17. Silo enterrado bajo el edificio**



**Figura 18. Silo sobre rasante fuera y dentro del edificio**

En cualquier caso, la posición óptima del silo es inmediatamente debajo de la zona de maniobra del camión suministrador, pues reduce los costes del operario y los tiempos de descarga, pues en otras situaciones, es necesario recurrir a camiones con bombeo neumático o bien con un sistema de elevación mediante cóclea.

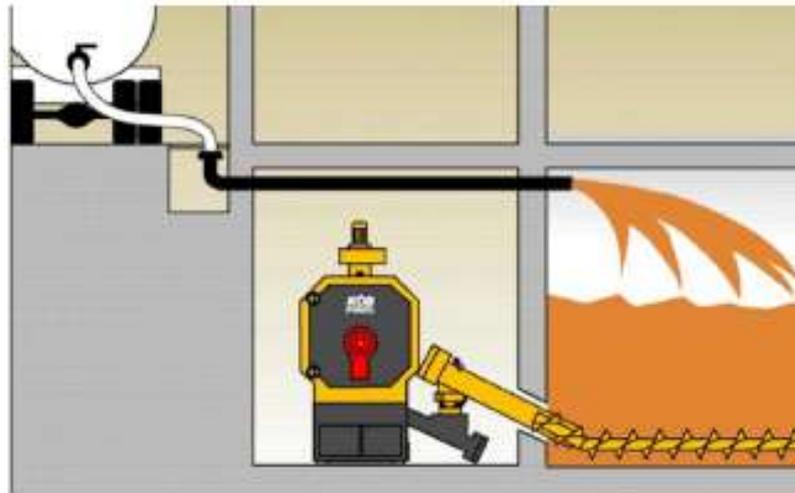


**Figura 19. Descarga del pellet del camión mediante cóclea (sin fin)**



**Figura 20. Descarga del pellet mediante sistema neumático (máx. 30 m)**

Si el silo está cercano a la caldera (situación más conveniente), pero alejado de la zona de maniobra del camión, la descarga del pellet en el silo ha de realizarse mediante sistema neumático, combinado con el transporte del combustible desde el silo a la caldera mediante cóclea sin fin. (Figura 21).

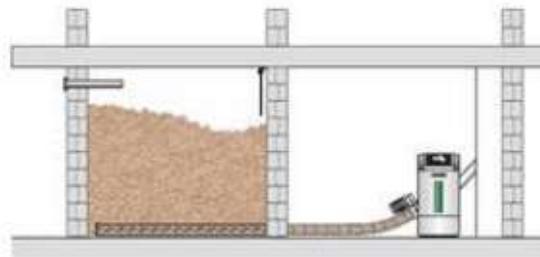


**Figura 21. Sistema de descarga y transporte de combustible combinado**

En cuanto al volumen del silo, dependerá del tipo de madera y humedad relativa de las astillas. Así, las astillas de coníferas (pino, abeto) tienen mayor poder calorífico que las de las latifoliadas (haya, encina), por lo que requerirán mayor volumen.

Debido a la mayor densidad de los pellets, y a que alcanzan densidades energéticas de 3000-3400 kWh/m<sup>3</sup> y consumos de tan solo 0,25 Kg/h por kW de potencia nominal de caldera, los silos para pellets ocupan menor volumen que los equivalentes para astillas (con un silo de 10 m<sup>3</sup>, se consigue una autonomía de 1500 h para una caldera de 20 kW funcionando a la máxima potencia).

En el caso de la utilización de astillas como combustible, el silo (Figura 22) debe ser colindante (o por lo menos muy cercano) con el cuarto de calderas. El silo deberá estar ubicado de tal forma que asegure el fácil llenado (normalmente por volcado) desde el camión de suministro, por lo que es recomendable que se sitúe en nivel de sótano. Un aspecto fundamental es que el silo deberá estar perfectamente protegido de las filtraciones de agua, y estar convenientemente ventilado, dada la facilidad de formación de hongos en las astillas húmedas.



**Figura 22. Silo de astillas**

Para el transporte de la biomasa desde el silo hasta la caldera, existen básicamente dos tipos de mecanismos, en función de la forma del combustible empleado:

La biomasa granular (pellets, huesos de aceituna), se transporta fundamentalmente por un conducto, con un tornillo sin fin que recoge por gravedad la biomasa del silo (cuyo fondo tendrá la pendiente necesaria hacia el punto de recogida). Sin embargo, en caso de utilizar pellets, el sistema más económico es por medio neumático, que permite distanciar el silo de la caldera hasta 15 m, sin restricciones de desnivel.

La forma y tamaño de la biomasa granular, hacen que se comporte casi como un fluido, facilitando mucho su transporte hasta la caldera, y permitiendo realizar la carga desde el camión mediante sistemas neumáticos, que permiten mayores distancias y desniveles. Esto supone mayor flexibilidad tanto en la zona de ubicación como en la forma del silo, así como mayor sencillez del sistema de transporte a la caldera.

La biomasa irregular (astillas, cáscaras) no cae directamente por gravedad y tiende a formar aglomerados, por lo que necesita de un sistema para conducir la biomasa del silo hasta el conducto de transporte. En la biomasa irregular, es fundamental asegurar (control de calidad del suministrador) que las astillas no superan los 4-5 cm, pues podrían atascar el conducto de transporte.

Cuando el silo está cerca de la caldera (menos de 10 m), un conducto sin fin estándar sirve para el transporte del combustible. (Figura 23)

Cuando el silo está más lejos, entonces se hace necesario instalar un alimentador de tornillo sin fin flexible o bien un sistema neumático (solo en biomasa granular). (Figura 24)



**Figura 23. Transporte del pellet del silo a la caldera mediante coccia**



**Figura 24. Transporte del pellet del silo a la caldera mediante sistema neumático**

El transporte de las astillas hasta la caldera es similar al caso de los pellets, y consiste en un extractor de astillas en la base del silo que las conduce hasta el canal transportador de tornillo sin fin o coccia.

### 1.1.12. TIPOS DE CALDERAS DE BIOMASA

- Calderas de llama invertida para troncos de madera
- Calderas de astillas
- Calderas de pellets

#### 1.1.12.1. CALDERAS DE LLAMA INVERTIDA PARA TRONCOS DE MADERA

La combustión de la leña para quemar sigue siendo la forma más común de utilizar la biomasa para la calefacción doméstica. Debido a la necesidad de carga manual de los tarugos, las calderas de leña tienen potencia limitada a unas decenas de kW, y su uso más adecuado es la calefacción de casas aisladas de uno o pocos pisos.

##### Principio de funcionamiento

Las calderas de llama invertida tienen esta denominación por la posición de la cámara de combustión, situada debajo del hueco en el que se carga la leña.

Normalmente, se trata de calderas equipadas con un rotor para la circulación forzada del aire comburente. En algunos modelos (de aire *soplado*), el rotor se encuentra en el lado anterior de la caldera y empuja el aire en el interior haciéndolo fluir a través del combustible hasta la salida de humos. En otros modelos, el rotor se encuentra en la parte posterior, en el lugar de la salida de humos, y aspira los gases de combustión creando una depresión en la caldera que permite la atracción del aire comburente desde el exterior.

Una parte del aire (primario) se introduce en la caldera justo encima la rejilla sobre la cual está apoyada la leña. El aire primario impulsa la combustión (fase de gasificación), con la formación de un estrato de brasas en contacto de la rejilla y la liberación de gases combustibles procedentes de la pirólisis de la madera (sobre todo monóxido de carbono e hidrógeno). Los gases liberados son arrastrados hacia abajo a través de la rejilla y llegan a la cámara inferior, donde la adición del aire secundario permite que se complete la combustión.

Factores esenciales para obtener una combustión óptima son una cantidad de aire adecuada, temperatura y turbulencia elevadas en la cámara de combustión, y la permanencia de los gases calientes en el hogar por un tiempo suficiente para que se completen las reacciones termoquímicas de combustión.

La inversión de la llama permite obtener una combustión gradual de la leña, que no prende completamente fuego en el hueco de carga sino se quema sólo cuando llega a las proximidades de la rejilla. De esta manera, la potencia dispensada por la caldera es más estable en el tiempo y se puede controlar mejor la combustión, aumentando considerablemente el rendimiento y reduciendo las emisiones contaminantes.

Los modelos más avanzados utilizan sistemas de regulación por microprocesador, y alcanzan rendimientos térmicos de más del 90%. Entre las novedades más significativas, presentes incluso en modelos de potencia pequeña, está la regulación del aire de combustión basado en la necesidad de oxígeno, calculado en los humos con una sonda especial (sonda lambda). La regulación lambda permite regular y optimizar constantemente la cantidad de aire durante el ciclo completo de funcionamiento de la caldera de leña, desde el encendido inicial hasta que se acabe el combustible.

### 1.1.12.2. CALDERA DE ASTILLAS

Las calderas de astillas utilizan madera virgen cortada en pequeños trozos de unos centímetros de tamaño, cargados automáticamente a través de dispositivos mecánicos especiales. El combustible procede de materiales diferentes, como podas desmenuzadas, desechos de serrería o biomasa procedentes de las actividades forestales (corte de monte bajo, aclareos, cortes de conversión, etc.).

Los sistemas de astillas son totalmente automatizados y no tienen límite de tamaño, pudiendo alcanzar potencias de incluso varios MW térmicos. El rendimiento y el confort son los mismos que los de las calderas de gas o gasóleo. Por sus características de automatización y ahorro de actividad, los sistemas de astillas están especialmente indicados para la calefacción en edificios de tamaño medio o grande, como hoteles, escuelas, comunidades, hospitales y centros comerciales.

#### Principio de funcionamiento

Debido a que la carga del combustible en la caldera se realiza de forma automática, es necesario que al lado del cuarto de la caldera haya un local (silo) para el almacenamiento del combustible.

Para facilitar las operaciones de descarga de las astillas en el lugar de almacenamiento, es conveniente que el silo esté situado bajo el nivel del suelo. Desde el silo de alimentación, las astillas se sacan automáticamente y se envían, a través de un alimentador-dosificador, a la

caldera, donde se realiza su combustión completa mediante la inserción de aire, primaria y secundaria.

La combustión se realiza en calderas con rejilla; ésta puede ser:

- Fija, para quemar materiales finos y con un bajo contenido de humedad.
- Móvil, para quemar combustibles de tamaño más grueso o con un gran contenido de cenizas y humedad (hasta el 50% en peso de agua), como la biomasa forestal recién cortada.

En los sistemas más avanzados, el flujo de astillas y la combustión están regulados continuamente por un microprocesador según la demanda de energía del usuario y la temperatura y concentración de oxígeno de los humos (regulación lambda).

El sistema puede modular la potencia erogada manteniendo la combustión óptima incluso con diferentes combustibles, tanto con la carga llena como con la carga al mínimo. El encendido de las astillas se puede realizar manual o automáticamente, a través de dispositivos eléctricos o con combustible líquido (quemador piloto).

En algunos modelos existe la función de *mantenimiento de brasas*, que permite a la caldera mantener una pequeña cantidad de brasas encendidas durante las pausas de funcionamiento, permitiendo así un encendido inmediato al volver a activar el sistema.

### 1.1.12.3. CALDERA DE PELLETS

El pellet es un combustible de madera virgen seca y prensada en pequeños cilindros, sin aditivos. El peso específico del pellet a granel es de aproximadamente  $600-700 \text{ kg/m}^3$ , mucho más alto que el de otros combustibles no prensados de madera (astillas). El poder calorífico alcanza las  $4.200 \text{ Kcal/kg}$ , con una densidad energética de  $3000 - 3.400 \text{ kWh/m}^3$ .

A causa de la forma cilíndrica y lisa y del tamaño pequeño, el pellet tiende a portarse como un fluido, lo que facilita el movimiento del combustible y la carga automática de las calderas. El transporte puede realizarse con camiones cisterna, desde los cuales se bombea directamente en el depósito de almacenamiento del sistema. La alta densidad energética y la facilidad de movimiento hacen del pellet el combustible vegetal más indicado para sistemas de calefacción automáticos de todos los tamaños. El pellet de madera puede utilizarse en las calderas de astillas o en calderas proyectadas especialmente para pellet. Es posible incluso utilizar el pellet en algunos modelos de calderas de gasóleo, a través de quemadores especiales.

### Componentes

Un sistema de calefacción de pellets consta de los siguientes componentes:

- Caldera
- Depósito del pellet.
- Sistema de alimentación del pellet.
- Centralita de regulación.
- Eventual acumulador inercial y calentador para agua sanitaria.

### Principio de funcionamiento

Las calderas de pellets, como las de astillas, requieren un contenedor para el almacenaje del combustible situado cerca de la caldera. Desde el mismo, un alimentador de tornillo sin fin lo lleva a la caldera, donde se realiza la combustión. Los quemadores de pellet para su uso en calderas de gasóleo se ponen en la parte anterior de la caldera. Se alimentan desde arriba y queman el pellet, desarrollando una llama horizontal que entra en la caldera, como suele suceder en los sistemas de gasóleo.

En cualquier caso, el encendido es automático y muy rápido, gracias a una resistencia eléctrica. En los sistemas más avanzados la regulación del aire comburente y del flujo de combustible se realizan automáticamente gracias a un microprocesador.

Estas características de sencillez de empleo y de automatización confieren a los sistemas de calefacción de pellets un elevado nivel de confort.

### **1.1.13. VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CON BIOMASA**

Existen numerosas razones que aconsejan la utilización de modernos sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria con biomasa. Entre éstas se pueden citar las siguientes:

- Hay un gran potencial de empleo en el cuidado y recogida de la biomasa, manipulación y transporte, y operaciones en plantas. También se genera empleo para fabricantes de equipos y plantillas de mantenimiento.
- Las instalaciones abastecidas con biomasa en sus diferentes formas (pellets, astillas, huesos de aceituna triturados, etc.) son respetuosas con el medio ambiente al presentar una emisión reducida de contaminantes a la atmósfera y no contribuir al

efecto invernadero por tener un balance neutro de CO<sub>2</sub>. Esta última característica ayuda a cumplir los acuerdos sobre el cambio climático.

- Menor precio comparativo con otros combustibles y su mayor estabilidad, al no depender de las fluctuaciones exteriores, aunque el coste de inversión inicial de los equipos es normalmente superior al de los equipos que utilizan combustibles convencionales. Así, una caldera de pellets puede resultar en su consumo hasta un 60% más económica que una de gas natural.
- La operación y mantenimiento de estos sistemas es sencillo al ser sistemas automáticos con incorporación de control electrónico. A título de ejemplo puede señalarse que algunas calderas incorporan incluso el encendido a distancia mediante un mensaje de teléfono móvil.
- La limpieza del equipo, en las calderas con tecnologías avanzadas, es totalmente automática y la retirada de las cenizas una tarea poco frecuente.
- Las calderas con biomasa tienen una alta resistencia al desgaste, larga vida útil y, lo más importante, presentan un buen rendimiento energético, superando valores entre el 75 y el 90% de eficiencia según el equipo.
- La instalación de sistemas de calefacción por biomasa suelen recibir subvenciones por parte de diferentes administraciones (en España).
- Hay que añadir que el uso de este combustible contribuye al desarrollo de cooperativas agrícolas locales y al reciclado de los subproductos del monte y del campo, además de fomentar la independencia de las grandes empresas de energía.

### 1.1.14. DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CON BIOMASA

- Las calderas de pellets, especialmente las de mayores prestaciones, resultan todavía muy caras en comparación con una caldera de gasóleo o de gas natural.
- El combustible es económico, pero no siempre es fácil de encontrar y que, además, lo sirvan a domicilio, ya que los pellets se venden en sacos por lo general de 15 kg de peso, lo que hace que su manipulación y transporte no sean fáciles.
- Es necesario también disponer de un lugar amplio para el almacenamiento del combustible. La cantidad de combustible consumida dependerá de muchos factores, desde las horas de funcionamiento o la potencia de la caldera, al tipo de combustible, ya que no todos los materiales tienen el mismo poder calorífico (entre 2 y 2,2 kg de pellets o de huesos de aceituna equivalen a 1 litro de gasóleo).

- Emiten ruido, que podrá llegar a ser molesto dependiendo de su ubicación.
- Requieren de mantenimiento y limpieza, tarea esta última que puede resultar en ocasiones incómoda y sucia.

### 1.1.15. APLICACIONES DE LA BIOMASA

La diversidad de biocombustibles permite hablar de una diversidad de aplicaciones. De este modo, la biomasa se puede utilizar para:

#### 1.1.15.1. APLICACIONES TÉRMICAS

Puede ser aprovechada en calderas y estufas para general calor. Este calor se puede aprovechar para cubrir las necesidades térmicas tanto de calefacción y ACS en viviendas unifamiliares, edificios o calefacciones de distrito, como de procesos industriales.

#### 1.1.15.2. APLICACIONES ELÉCTRICAS

Se puede utilizar como combustible para centrales eléctricas, existiendo diferentes posibilidades: se puede utilizar sustituyendo en ciertos porcentajes a combustibles fósiles en centrales térmicas, en un proceso denominado co-combustión, se puede quemar como combustible único en centrales para la generación exclusiva de electricidad o se puede utilizar en centrales de cogeneración para la generación conjunta de calor y electricidad.

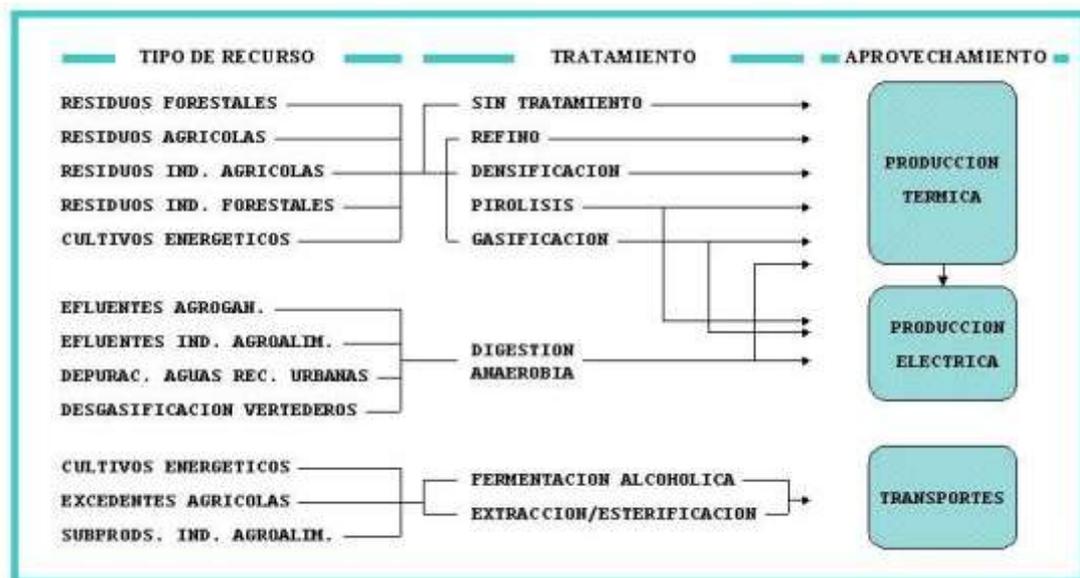


Figura 25. Aprovechamientos de biomasa

### 1.1.16. LOS PELLETS

#### 1.1.17. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PELLETS

La producción de pellets a partir de desechos de madera incluye las siguientes etapas:

- Recepción de la materia prima.
- Preparación de la fibra.
- Secado.
- Triturado u homogeneizado.
- Pelletizado.

##### 1.1.17.1. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La recepción de la materia prima se lleva a cabo en silos o canchas de acopio, destinados exclusivamente para este propósito, como el que se muestra en la Figura 26. Los silos pueden estar conectados con el secador por medio de bandas que contiene platos, donde se lleva a cabo la etapa de secado.



**Figura 26. Silo o cancha de acopio.**

##### 1.1.17.2. PREPARACIÓN DE LA FIBRA

La materia prima debe estar libre de cualquier tipo de material contaminante tales como piedras, vidrio, metales y suciedad en general. Si la remoción de este tipo de contaminantes no se lleva a cabo de manera adecuada, puede provocar faltas y averías en los equipos, principalmente dañar a los rodillos de presión. Además al estar el producto contaminado, las cenizas al momento de la combustión, aumentan considerablemente.

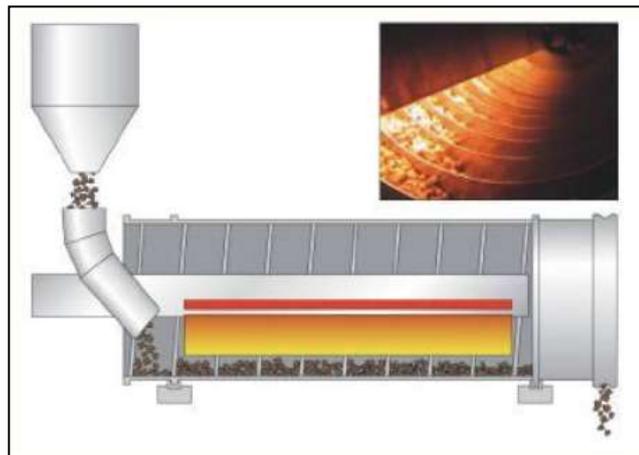
### 1.1.17.3. SECADO

Para llevar a cabo un pelletizado exitoso, la materia prima debe presentar contenidos de humedad en un rango no superior a un 5%.

Como la materia prima (restos de la maleza, madera, rastrojo, etc.) presentan por lo general, altos contenidos de humedad (superiores a un 50%), es necesario previo a su utilización, llevarla a contenidos de humedad menores mediante la utilización de sistemas de secado.

El sistema de secado más utilizado es el denominado secador de Tambor Rotatorio como el que se muestra en la Figura 27, el que dependiendo de sus características técnicas, seca la materia prima por medio de un flujo continuo de aire caliente.

Este tipo de secador puede utilizar como combustible leña, gas natural, petróleo o bien electricidad con un consumo promedio de energía de 1 MW/ton de material seco.



**Figura 27. Tambor rotatorio.**

### 1.1.17.4. TRITURADO U HOMOGENIZADO

Esta etapa consiste principalmente en una homogeneización y disminución del tamaño de la materia prima que, en un futuro, constituirá los pellets. Esta tarea es llevada a cabo mediante la utilización de un “Martillo Triturador” que se muestra en la Figura 28, el cual funciona por medio de un motor eléctrico. Durante su funcionamiento, el material con el que está fabricado el Martillo Triturador se va calentando progresivamente, calor que es utilizado paralelamente para extraer la humedad remanente en la materia prima. El consumo de

energía en esta etapa es de 1 kW/ton de materia prima triturada. (Las partículas resultantes del proceso de homogeneizado deben presentar una granulometría de alrededor de 1mm para poder ser procesadas).



**Figura 28. Martillo triturador**

### 1.1.17.5. AGLOMERANTE

Como aglomerante se utiliza principalmente melaza, la cual es un producto líquido espeso derivado de la caña de azúcar y en menor medida de la remolacha azucarera, obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares. Su aspecto es similar al de la miel, aunque de color parduzco muy oscuro, prácticamente negro. El sabor es dulce, ligeramente similar al del regaliz.

El utilizar este tipo de aglomerante es debido a su bajo costo y que, en caso de que el pellet no se utilice como biocombustible, otro posible uso es el alimento para ganado.

### 1.1.17.6. PELLETIZADO

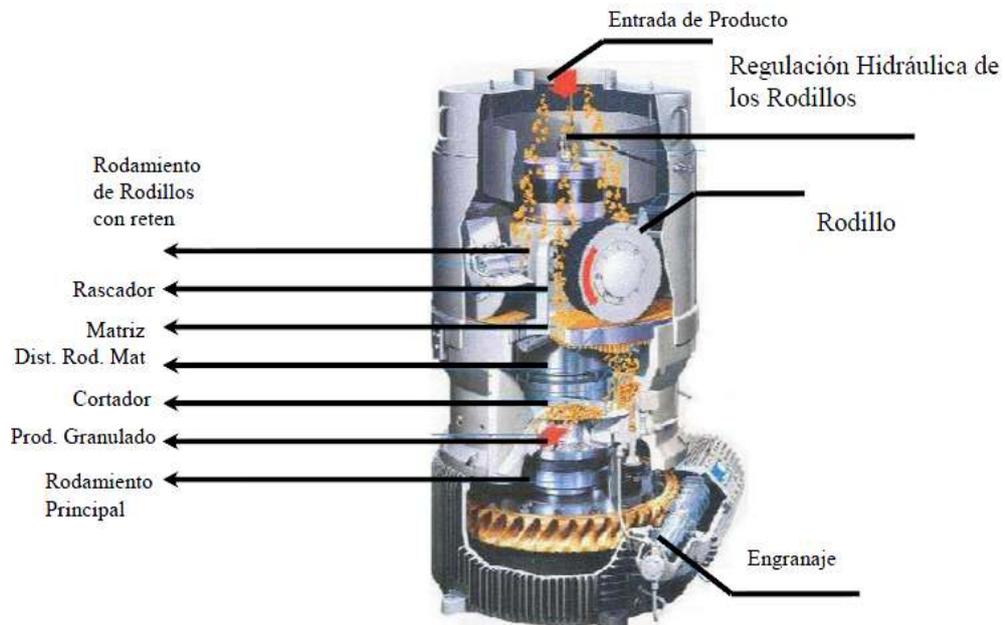
Una vez que la materia prima ha sido redimensionada y llevada a un contenido de humedad aceptable (5%) por medio de un sistema de alimentación automático, se lleva a la siguiente etapa del proceso que corresponde al pelletizado. Previamente, el material debe pasar por un filtro que permite la reclasificación de las partículas de acuerdo a su tamaño. Las partículas que no son aptas de acuerdo a su tamaño, son devueltas a la etapa de triturado; las que son aceptadas son depositadas en una mesa dosificadora.

Mediante la mesa dosificadora se regula el ingreso del material en el pelletizador, por lo que debe garantizar un flujo continuo y uniforme de material.

Una vez que el rastrojo entra en el pelletizador es acondicionado mediante el uso de melaza que se utilizará como aglomerante, el cual contribuye a su humectación superficial, actuando como lubricante en el proceso de pelletizado.

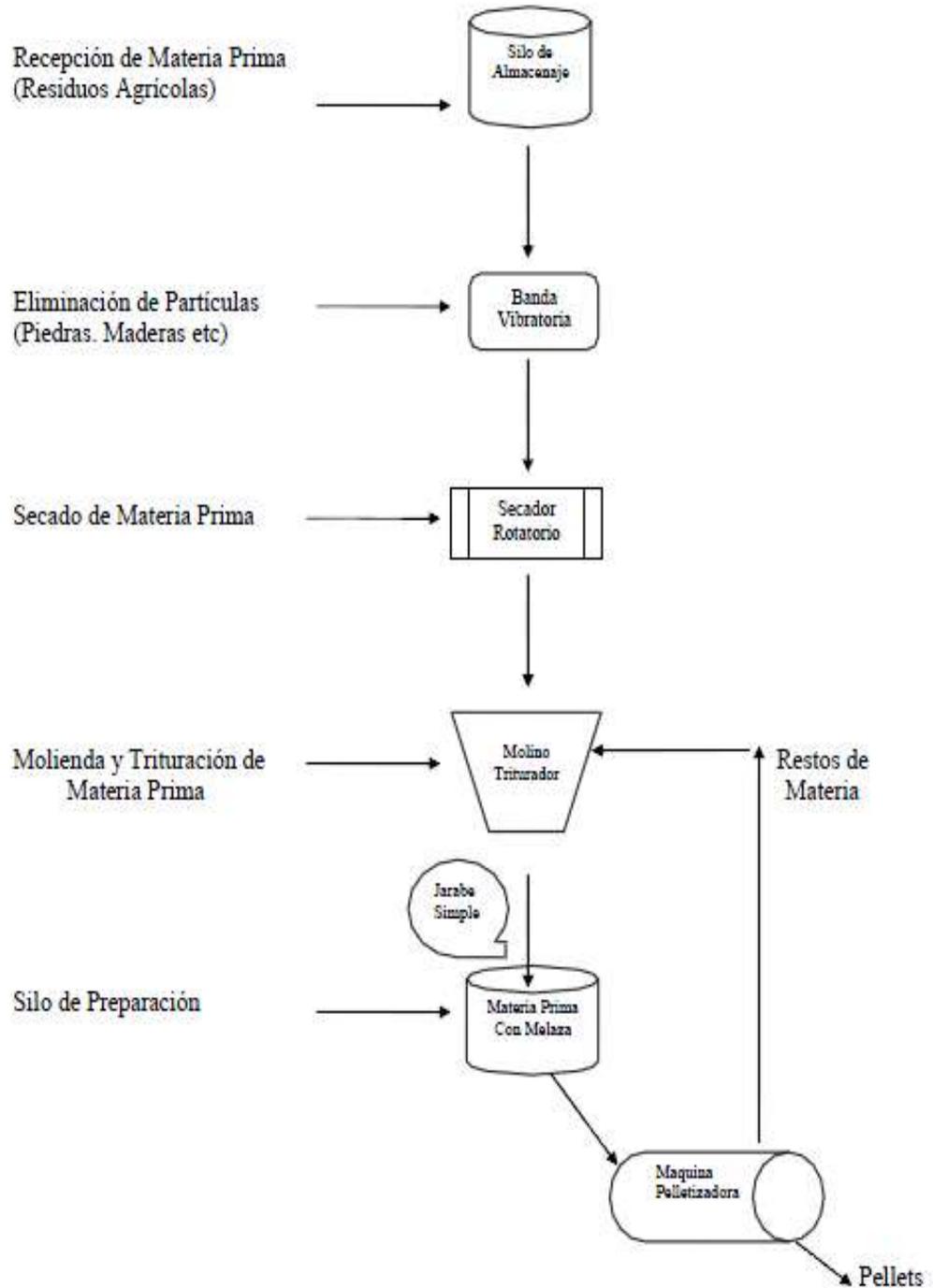
Además, la adición de melaza contribuye a que el aglutinante natural de fibras, actúe con mayor facilidad sobre las fibras que compondrán los pellets.

Posteriormente, el material ya mezclado es sometido a una presión mecánica constante por medio de la utilización de rodillos que se encuentran dispuestos dentro de una matriz o troquel, el cual cuenta con una serie de perforaciones en su superficie, por las que debe salir el material que está siendo empujado. Mediante este proceso el material se aglutina. El troquel tiene perforaciones de 6-12 mm, por donde el material sale. Una vez fuera, es cortado por medio de cuchillos ajustables, dando a los pellets su forma y largo definitivo. El proceso de pelletizado consume un total de energía de aproximadamente 60 kW/ton de material terminado. Las dimensiones del pelletizador son 1.5 m de altura y 0.50 m de diámetro aproximadamente. Este pelletizador se muestra en la Figura 29, donde se indican varias de sus partes.



**Figura 29. Pelletizador**

1.1.18. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PELLETS



### **1.1.19. VENTAJAS DE LOS PELLETS**

#### **1.1.19.1. ECONÓMICAS**

- Constituye una fuente de energía renovable.
- Las calderas de pellets son de muy alta eficiencia.
- Elevado poder calorífico.
- El pellet es considerablemente más económico que los combustibles fósiles.
- Su precio no presenta grandes variaciones en términos de precios de comercialización en el mercado internacional, a diferencia de lo que ocurre con otros combustibles de uso más tradicional.
- El uso del pellet está subvencionado.

#### **1.1.19.2. SEGURIDAD**

- El pellet almacenado no presenta riesgo de explosión
- No es volátil
- No produce olores
- No se producen fugas
- Es un combustible no tóxico e inocuo para la salud.

#### **1.1.19.3. CONFORT**

- La combustión de pellets apenas produce humos.
- Se puede manejar de forma parecida a un líquido, de forma que es totalmente automatizable tanto en su transporte, llenado de depósito como en la combustión y limpieza.
- Necesitan solamente la mitad de espacio de almacenamiento que las astillas de madera.
- Los pellets son limpios y fáciles de suministrar. Se pueden comprar en sacos de 15 kg o contratar un suministro completo de pellets a granel para toda la temporada por medio de un camión.

### 1.1.19.4. ECOLÓGICAS

- Los pellets producen **emisiones CO<sub>2</sub>-neutral**. Con el uso de los pellets, se puede contribuir significativamente a la reducción de los gases nocivos para la atmósfera, contribuyendo a proteger el medioambiente.
- Los pellets tienen un contenido insignificante de azufre y por lo tanto no contribuyen a las emisiones de dióxido de azufre que causan la lluvia ácida.
- La combustión de pellets produce generalmente menos ceniza que la combustión de carbón, y la ceniza producida, se puede utilizar como complemento del suelo en granjas para reciclar compuestos tales como fósforo y potasio.
- Los pellets son producidos a partir de desechos de la industria forestal, por lo que su elaboración no ejerce presión sobre el medio ambiente y sus recursos naturales. Si los residuos de podas y limpiezas del monte se utilizan para fabricar pellets, se revaloriza el residuo. De esta forma se fomenta la limpieza de montes, creando o mejorando hábitats salvajes y evitando incendios.
- La ceniza que resulta de la combustión del pellet es mínima por la alta eficiencia de la combustión y es totalmente biodegradable, incluso es un buen abono.
- Constituye una alternativa en la generación de energía y calefacción en aquellas ciudades en las que existen restricciones en relación con las emisiones de gases, lo que ha derivado en la prohibición del uso de estufas a leña o chimeneas.

### 1.1.20. INCONVENIENTES

- No hay suministro regular en España como en el caso de gas o gasóleo. Aunque existen cada vez más distribuidores de pellets a nivel nacional que pueden asegurar el suministro de pellet.
- Problemas en espacio de almacenamiento.

En cuanto a las desventajas frente a otras formas de biomasa como la leña o astillas puede presentar otras desventajas:

- Elevado precio en comparación con otras biomásas.
- Si el pellet pasa por varios procesos de alimentación se deshace un poco, lo que crea serrín que obtura o dificulta a veces la alimentación de la caldera.

- La combustión del pellet tiene un mayor consumo de aire, por lo que se hace necesaria una mayor ventilación de la sala de calderas de biomasa que una sala de calderas de gas, gasóleo u otro tipo de combustible.
- Al igual que cualquier otra combustión, se crean residuos. Dependiendo de la calidad y tipo de pellet se creará más o menos ceniza.
- Según el tipo y procedencia de pellet (álamo, olivo, podas de arboles de ciudad,...) y de la zona geográfica, el poder calorífico varia.

### 1.1.21. CONSIDERACIONES

- Precisa de almacenamiento en lugar aislado y seco.
- No necesita ningún tipo de secado o tratamiento una vez producido.
- Están estandarizados, por lo que presentan alta fiabilidad de operación y menor esfuerzo para la operación y mantenimiento de la caldera. Sin embargo, su coste es elevado debido al tratamiento al que son sometidos en su preparación.

### 1.1.22. TIPOS DE INSTALACIONES CON PELLETS

Usando este combustible se pueden calentar viviendas, naves industriales, invernaderos, hoteles etc., con equipos generadores de calor con eficiencias superiores al 90% y totalmente automatizados.

Distinguiremos cuatro tipos de instalaciones en función del servicio que prestan:

- **Instalaciones de estufas:** para calentar pequeñas estancias como comercios, restaurantes, estudios, salas de estar, etc.
- **Instalaciones de calderas domésticas:** se utilizan para dar servicio de calefacción y agua caliente sanitaria a pisos, caseríos, hoteles rurales, chalets, viviendas unifamiliares, etc.
- **Instalaciones de calderas de mediana potencia:** proporcionan servicio de calefacción y agua caliente sanitaria a bloques de viviendas, edificios de oficinas, etc.
- **Instalaciones de calderas industriales:** se usan para generar calor en instalaciones ganaderas, industria, etc., y agua caliente sanitaria de pequeños municipios.

### 1.1.23. COMPARATIVA ECONÓMICA DE LOS PELLETS CON OTROS COMBUSTIBLES FÓSILES

#### *Pellets de madera y petróleo*

- 2 kilos de pellets tienen la misma capacidad calorífica de 1 litro de petróleo.

**2 kg pellets = 1 l gasóleo**

- Quiere decir, que con solo dos kilos de pellets de madera se consigue la misma potencia de calefacción que con un litro de gasóleo.



#### *Pellets de madera y gas butano*

- 2 kg de pellets aportan la misma energía que 1 metro cúbico de gas.

**2 kg pellets = 1 m<sup>3</sup> gas**

- 10 kg de pellets tienen la misma potencia calorífica que una bombona de gas butano de 35 kg (contiene 12,5 kg de gas = 4-5 m<sup>3</sup> de gas).



#### *Pellets de madera y luz*

- Cada 2 kg de pellets aportan la misma energía que 10 kilovatios (kW) de electricidad.

**2 kg pellets = 10 kW electricidad**



Se conoce por su trayectoria que el precio de la biomasa está permaneciendo estable incluso ha bajado en los últimos años (Tabla 21), aun así se considera uno de los casos más desfavorables, con un incremento del 2% anual.

**Tabla 21. Precio de la biomasa en Junio y Septiembre de 2012**

Mes/Precio	Saco (15 kg.)	Pallet	Big-Bag	Grael
<b>Septiembre 2012 (€/tn)</b>	3,40	219,84	185,12	200,66
<b>Septiembre 2012 (c€/kWh)</b>	4,64	4,50	3,79	4,11
<b>Junio 2012 (€/tn)</b>	3,48	222,76	185,63	208,74
<b>Junio 2012(c€/kWh)</b>	4,75	4,56	3,80	4,28

Sin embargo el precio del resto de combustibles se estima que aumente en torno al 8% anual para los próximos años.

#### 1.1.24. COMPARATIVA ENERGÉTICA

Con el informe de precios energéticos liberalizados del IDAE, los últimos datos de gas natural publicados en el BOE; y datos medios de mercado para electricidad, se elabora esta comparativa de costes energéticos.

Se espera un aumento general del precio de la energía. La electricidad subirá por la nueva tasa energética; los combustibles fósiles alcanzan máximos históricos cuando comienza la temporada de invierno.

La biomasa sólida se consolida como el combustible más competitivo para el usuario final y no cambia de precios.

**Tabla 22. Precios de los combustibles**

<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>PRECIO</b>
<b>Pellet a granel</b>	0,17 €/kg
	169 €/t
<b>Pellet en sacos de 15 kg</b>	226 €/t
<b>Gasóleo C</b>	0,954 €/l
<b>Gasolina 95</b>	1,489 €/l
<b>Gasóleo A</b>	1,398 €/l
<b>Bombona butano de 12,5 kg</b>	16,10 €/ud
<b>Bombona de propano de 11 kg</b>	14,17 €/ud
<b>Luz</b>	0.052 €/kWh

### 1.1.25. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL COMBUSTIBLE

En base a lo anteriormente descrito, se elige como combustible el pellet en vez de otras biomásas (astillas, leña...), debido a que presenta una serie de características que se adaptan al presente proyecto.

Esta elección se fundamenta principalmente en el espacio disponible tanto en la sala de calderas como en la terraza contigua a ésta. Las instalaciones de pellets precisan solamente la mitad de espacio de almacenamiento que las astillas de madera ya que por un lado, las dimensiones de la caldera son menores. De otra manera, los pellets presentan mayor poder calorífico que las astillas por tanto se requerirá de un silo de menores dimensiones para satisfacer la misma demanda calorífica.

Conforme a lo anterior no sería necesaria la ampliación de las dependencias anteriormente nombradas y por tanto no implicaría la realización de obras que encarecerían este proyecto técnico.

## 1.2. MEMORIA TÉCNICA

### 1.2.1. ANTECEDENTES

Tradicionalmente se han venido utilizando fuentes energéticas de origen renovable como la leña con fines térmicos, principalmente para calefacción doméstica e industrial (almazaras, panaderías, etc.), aunque también para el calentamiento de agua en viviendas e industrias.

Los bajos costes de los combustibles fósiles y sus mayores ventajas en cuanto a operación y mantenimiento, por supuesto además de su mayor poder calorífico, se impusieron frente a las fuertes renovables.

En la sociedad actual, preocupada cada vez más por los temas medioambientales vuelve a resurgir el tema de las energías renovables por sus enormes ventajas sociales y ambientales. Además, a esto hay que unir el crecimiento constante de los precios del petróleo.

Ante este panorama la situación de instalaciones de calefacción abastecida por recursos fósiles, limitados y finitos, y la incorporación de nuevas calderas alimentadas con biomasa, debidamente automatizadas y con garantía de cantidad, calidad y continuidad en el abastecimiento de biomasa, puede suponer una contribución muy importante a la reducción de los gases de efecto invernadero y, por tanto, de la contaminación ambiental.

A esto hay que unir un avance importante de la tecnología de fabricación de estos equipos, que redundará en una reducción de costes de adquisición y mantenimiento, que los hace cada vez más competitivos.

Las calderas de biomasa son equipos compactados diseñados específicamente para su uso. Todas ellas presentan sistemas automáticos para su encendido y regulación.

Para la elección de una caldera de este tipo se debe tener en cuenta una serie de características:

- Fiabilidad del sistema.
- Rendimiento de la combustión de la caldera. Cuanto más alto sea éste, el consumo será menor y mejorará la eficiencia.
- Bajas emisiones de CO (por debajo de 200 mg/m<sup>3</sup>) y bajas emisiones de polvo (por debajo de 150 mg/m<sup>3</sup>).
- Cumplimiento de la normativa de emisiones de gases y partículas.
- Sistema de regulación y control sencillo para el usuario.

- Automatización del sistema de limpieza o mínimas necesidades de limpieza.
- Posibilidad de telecontrol de la operación de la caldera por el usuario.
- Fácil mantenimiento y operatividad de la caldera.
- Garantías de suministro.

Un sistema de climatización con biomasa consta de una serie de equipos o sistemas principales:

- Almacén de combustible: silo, tolva, etc.
- Sistema de alimentación: tornillo sinfín, neumático o gravedad.
- Caldera: cámara de combustión, zona de intercambio, cenicero y caja de humos.
- Chimenea: similar a la de un sistema convencional, aunque de un diámetro ligeramente mayor, debido a que el volumen de gases es ligeramente superior, debido a que la humedad que contiene la biomasa se evapora en la caldera y da lugar a vapor de agua que sale mezclado con los productos de la combustión, aumentando así el volumen de los gases.
- Sistema de distribución de calor: igual que un sistema convencional.
- Sistema de regulación y control: igual que un sistema convencional en cuanto a la interfaz del usuario.

### 1.2.2. USO DEL EDIFICIO

El “Hogar de la Tercera Edad” está destinado principalmente al colectivo de personas mayores como lugar de encuentro, convivencia y ocio en la localidad de Villamuriel de Cerrato. En dicho local se pueden realizar diferentes actividades de carácter lúdico, desde manualidades, cursos de informática e internet, charlas y bailes de salón.

También consta de un bar, el cual es frecuentado por los ciudadanos de la localidad Cerrateña.

### 1.2.3. DATOS CLIMÁTICOS

La localidad de Villamuriel de Cerrato (Palencia) se encuentra a 41° 56' 52" de latitud norte, a 4° 30' 55 "de longitud oeste y a una altitud de 727 m. Además posee una temperatura mínima de - 4°C.

#### 1.2.4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El “Hogar de la Tercera Edad” está compuesto por una única planta cuya superficie construida es de 737.83 m<sup>2</sup> y su superficie útil es de 600.91 m<sup>2</sup>.

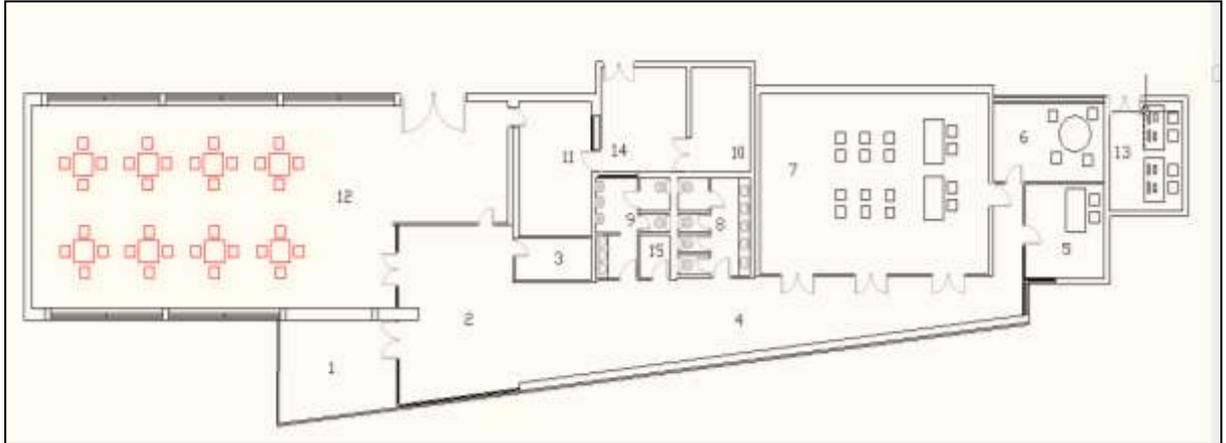
En la siguiente tabla se detallan las dependencias del edificio con el valor de su superficie:

**Tabla 23. Dependencias del Hogar de la Tercera Edad**

<b>Dependencia</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Salón de Ocio</b>	202,24
<b>Vestíbulo</b>	43,34
<b>Cocina</b>	24,10
<b>Cuarto de instalaciones</b>	6,90
<b>Pasillo</b>	84,70
<b>Aseo Caballeros</b>	13,22
<b>Aseo Señoras</b>	16,20
<b>Mantenimiento</b>	3,20
<b>Sala Multiuso</b>	99,74
<b>Despacho 1</b>	16,10
<b>Despacho 2</b>	20,12
<b>Sala de Ordenadores</b>	18,70
<b>Cuarto de Calderas</b>	14,80
<b>Terraza</b>	21,40

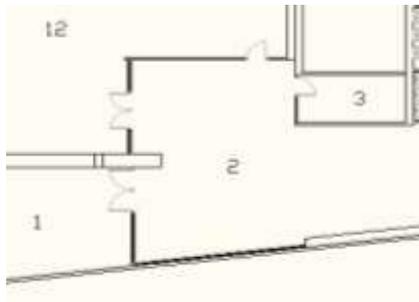
## 1.2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS DEPENDENCIAS

### Plano General



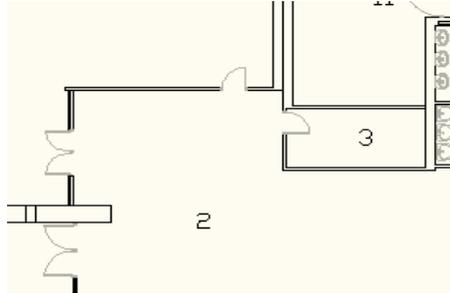
### Vestíbulo (2)

Zona destinada a la atención al público y usuarios de las instalaciones. Ubicado en frente a la puerta de entrada. Cuenta con una superficie de 43,34 m<sup>2</sup>. El acceso se realiza mediante la puerta de entrada, está calefactado, a una temperatura de 21°C.



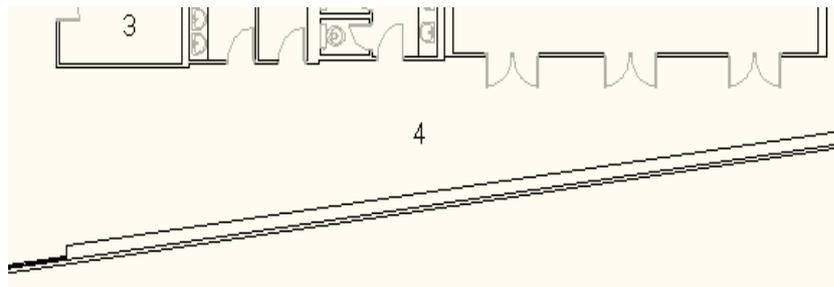
### Cuarto de instalaciones (3)

En este cuarto se encuentra la instalación de luz. Situado entre el pasillo y la cocina. Tiene una superficie de 6,90 m<sup>2</sup>. El acceso se realiza por el vestíbulo y la temperatura que se mantendrá será de 21°C.



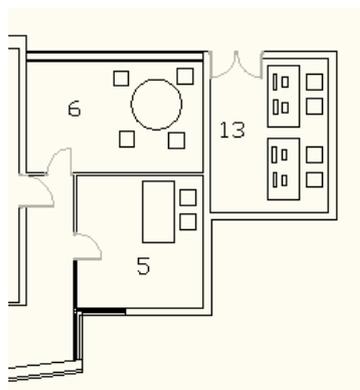
**Pasillo (4)**

Tiene una superficie de 84.70 m<sup>2</sup>. Por él se realiza el acceso a los aseos, el cuarto de mantenimiento, la sala multiusos y a los despachos. Es un local calefactado en el que se mantendrá una temperatura de 21°C.



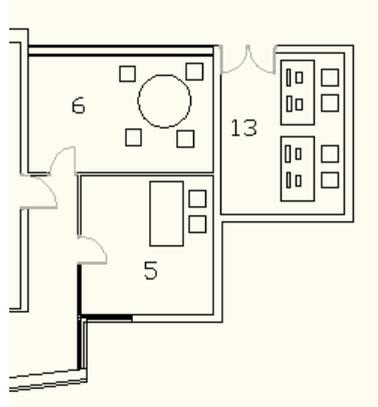
**Despacho 1 (5)**

Tiene una superficie de 16,10 m<sup>2</sup>.El acceso se realiza por el pasillo. Local calefactado a una temperatura de 21°C.



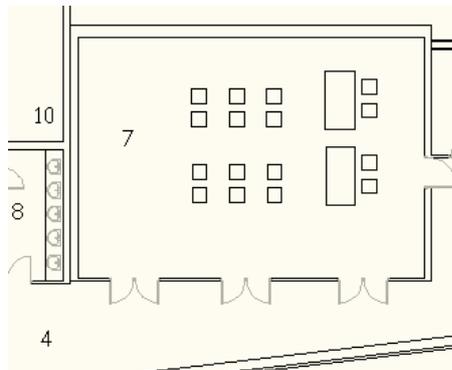
**Despacho 2 (6)**

Tiene una superficie de 20,12 m<sup>2</sup>.El acceso se realiza por el pasillo. Local calefactado a una temperatura de 21°C.



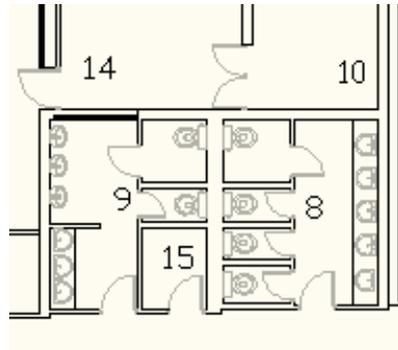
**Sala multiusos (7)**

Tiene una superficie de 99,74 m<sup>2</sup>. Cuenta con varios accesos, todos ellos en el pasillo. Local calefactado a una temperatura de 21°C.



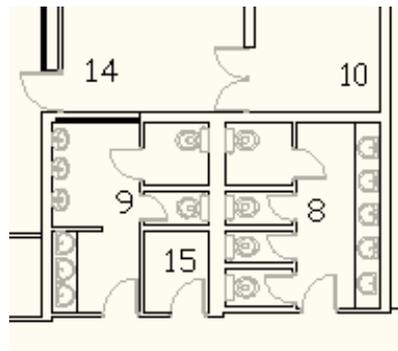
**Aseo de señoras (8)**

Aseo femenino con una superficie de 16,20 m<sup>2</sup>.el acceso se realiza desde el vestíbulo. Local calefactado a una temperatura de 21°C.



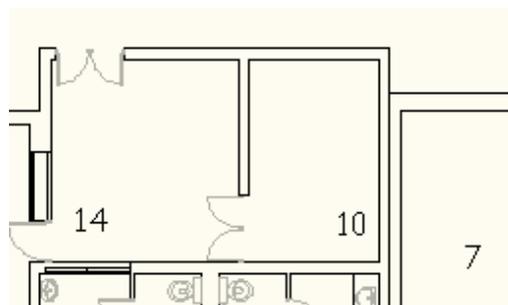
**Aseo de caballeros (9)**

Aseo masculino con una superficie de 13,22 m<sup>2</sup>. Se realiza el acceso desde el vestíbulo. Local calefactado a una temperatura de 21°C.



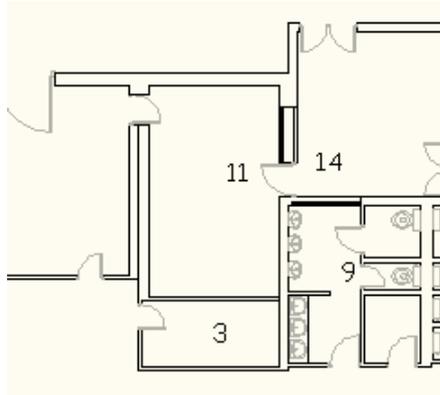
**Sala de calderas (10)**

Dependencia en la que se encuentra la caldera de biomasa. Tiene una superficie de 14,40 m<sup>2</sup>. Es un local no calefactado en el que la temperatura es de 8°C. El acceso se realiza por la terraza contigua a ésta.



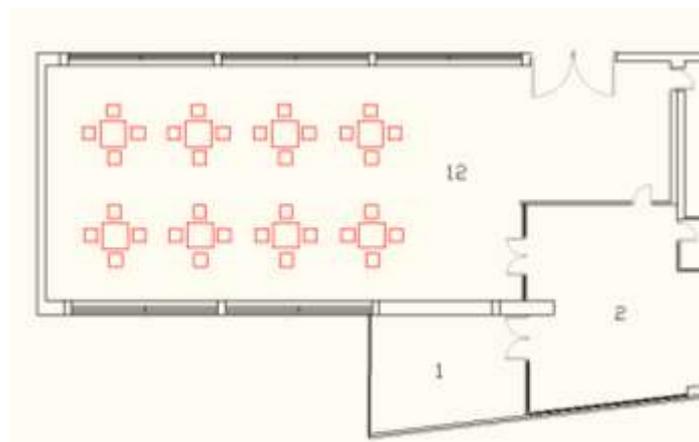
### **Cocina (11)**

Destinada a la preparación de aperitivos. Tiene una superficie de 24,10 m<sup>2</sup>. El acceso se realiza por el exterior y por el salón de ocio. En él se mantendrá una temperatura de 21°C.



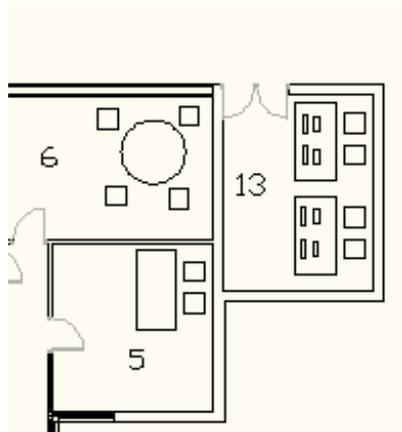
### **Salón de ocio (12)**

Es la dependencia más grande del edificio. Consta de mesas y sillas que permiten a los ancianos su reunión y ocio mediante distintos juegos de mesa. Tiene una superficie de 202.24 m<sup>2</sup>. Es un local calefactado, en el que se mantendrá una temperatura de 21°C.



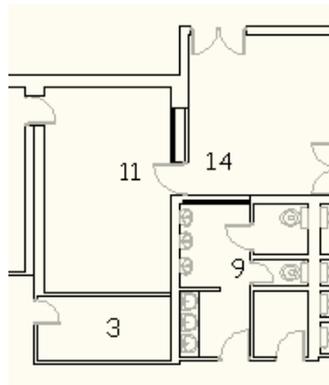
### **Sala de ordenadores (13)**

Sala que dispone de 4 ordenadores con conexión a internet. El acceso se realiza por la parte exterior del edificio. Tiene una superficie de 18,70 m<sup>2</sup> y una temperatura de 21°C.



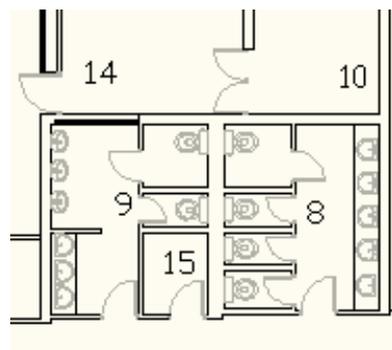
**Terraza (14)**

Tiene una superficie de 21,40 m<sup>2</sup>. El acceso se realiza por el exterior y por la cocina. En ella se ubicará el silo Marca Hargassner RAS 300 de pellets.



**Cuarto de mantenimiento (15)**

Cuarto de limpieza situado entre los dos aseos. Su uso es exclusivo de trabajadores y tiene un solo acceso desde el pasillo. Tiene una superficie de 3,20 m<sup>2</sup>. En él se mantendrá una temperatura de 21°C.



### 1.2.6. DETALLES CONSTRUCTIVOS

Según figura en el proyecto de obra de este edificio, los materiales con los que ha sido construido son los siguientes:

#### 1.2.6.1. CIMENTACIONES

Se ha proyectado un sistema de zapatas corridas de hormigón armado, atadas mediante zapatas de arriostramiento como soporte de los pilares exentos, realizado con hormigón armado de 25 N/mm<sup>2</sup>, cemento CEMII/A-P-32,5R, árido rodado de 28 mm, armado con acero B500S. Asimismo se dispondrá zapata corrida perimetral. Será necesario comprobar que las cargas de servicio más el peso propio de las zapatas no supera el valor máximo de la tensión admisible del terreno. Como soporte de los pilares exentos, realizado con hormigón armado de 25 N/mm<sup>2</sup>, cemento CEMII/A-P-32,5R, árido rodado de 28 mm, armado con acero B500S.

#### 1.2.6.2. SOLERA

Solera de 15cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm<sup>2</sup>., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, armada con mallazo electrosoldado 150×150×10 mm, fratasada con encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor, extendida y compactada con pisón, con lámina intermedia de PVC aislante.

#### 1.2.6.3. ESTRUCTURA

Estructura de pilares de Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm<sup>2</sup>, con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en central con acero B-500S y encofrado metálico.

#### 1.2.6.4. FORJADOS

Unidireccional de viguetas semirresistente y bovedillas de hormigón y capa de compresión de hormigón, con un canto de 25+5 cm y una separación de 70 cm. Hormigón H-250 y acero AEH-500 en suelo.

El forjado irá aislado con panel moldeado del poliestireno expandido de alta densidad, de 30 mm de espesor mínimo.

### 1.2.6.5. CUBIERTA

Cubierta mediante forjado y alero de hormigón, aislamiento a base de espuma de poliuretano proyectado de 45 kg/m<sup>2</sup> de densidad y 50 mm de espesor mínimo.

### 1.2.6.6. CERRAMIENTOS EXTERIORES

Los muros de cerramiento estarán compuestos por una hoja exterior de un pie de ladrillo macizo, tomado con cemento blanco. Irá enfoscado con mortero hidrófugo, por su cara interior, aislante térmico acústico de 6 cm. de espesor en cámara y hoja interior de ladrillo hueco doble, de 7 cm de espesor.

Los muros medianeros estarán compuestos por una hoja exterior de los muros de medianería de ½ asta de ladrillo macizo, tomado con cemento blanco y enfoscado con mortero hidrófugo por su interior; una manta de aislante térmico acústico de 6 cm de espesor en cámara y, por último, una hoja interior de ladrillo hueco sencillo de 4 cm de espesor. Las dos hojas de ladrillo irán unidas mediante ganchos de acero.

### 1.2.6.7. ALBAÑILERÍA Y YESOS

La ejecución de todos los elementos de albañilería se cuidará convenientemente para que su resultado final cumpla con todos los requisitos de perpendicularidad, planitud, etc., por lo que se pondrá especial cuidado en el replanteo de todos los elementos, la colocación de maestras, de guías, etc.

Las distribuciones interiores del local se llevarán a cabo con tabicón de ladrillo hueco de 7 cm. de espesor, recibido con mortero de cemento.

Los acabados interiores continuos sobre los paramentos verticales se realizarán a base de guarnecido de yeso negro, enlucido con yeso blanco con colocación de guardavivos de chapa galvanizada y pintada al plástico. Sobre los paramentos horizontales se realizará un guarnecido con yeso tosco, enlucido con yeso fino y pintado al temple liso.

Al recibido de cercos interiores se realizará con pasta de yeso negro y el de cercos exteriores con mortero de cemento y arena de río.

### 1.2.6.8. SOLADOS Y ALICATADOS

Gres de 1ª calidad en salón de ocio, vestíbulo, cocina, cuarto de instalaciones, cuarto de mantenimiento, pasillo y aseos. Parqué flotante en roble, de 15 mm de espesor colocado sobre lámina acústica en despachos, sala multiusos y sala de ordenadores.

### 1.2.6.9. CARPINTERÍA INTERIOR

La carpintería interior será de madera contrachapada en roble o similar en hojas de 35 mm.

### 1.2.6.10. CARPINTERIA EXTERIOR

Para la carpintería exterior se utilizará perfilera de aluminio lacado, rotura de puente térmico, con juntas de estanqueidad, mecanismos de apertura y seguridad y capialzados de persianas incorporadas.

Doble acristalamiento con cámara de aire tipo climalit 4-6-4 mm y persianas de aluminio lama 35 mm sistema monoblock.

Puerta de salida de la sala de ordenadores, metálica y opaca, acabada en la cara exterior con perfiles de aluminio lacado. Cuenta con junta de estanqueidad, móvil en la parte inferior y cerradura de seguridad multianclaje.

### 1.2.6.11. PERSIANAS

Persianas de aluminio lama 35 mm. Sistema Monoblock

### 1.2.6.12. VIDRIOS

- Vidrio doble en carpintería exterior 4-6-4.
- Cristal traslúcido en carpintería interior.

### 1.2.6.13. TABIQUERÍA

Divisiones interiores formadas por tabiquería constituida con ladrillo cerámico machihembrado de 7 cm de espesor en todas las dependencias.

## 1.2.7. TRABAJOS A REALIZAR

A continuación describiremos los distintos componentes a sustituir de la anterior sala de calderas, y con ello adaptarla al objetivo que persigue este proyecto técnico. El resto de

instalación térmica del edificio no es objeto de este estudio, ya que se mantiene la instalación inicial.

Se realizará la sustitución de la actual caldera alimentada por gasóleo instalada para calefactar y proporcionar agua caliente sanitaria al local por una caldera de biomasa Marca Hargassner HSV 100 S WTH 100 que utilizará al igual que anteriormente, la instalación de calefacción por suelo radiante.

Así mismo se instalará un silo de combustible Marca Hargassner RAS 300 de 18,75 m<sup>3</sup> en la terraza contigua a dicha sala, para la alimentación de la caldera se empleará un sinfín de descarga desde el silo hasta el sistema de aspiración.

### 1.2.8. DESCRIPCIÓN DE LA CALDERA ELEGIDA.

Se opta por una caldera de biomasa Marca Hargassner, modelo HSV 100 S WTH 100 para uso de pellets, con potencia de instalada de 100 kW (de 30 kW a 100 kW modulable) y rendimiento superior al 93%.

Se caracteriza por sus bajas emisiones y su avanzada tecnología de control.



**Figura 30. Caldera de biomasa Marca Hargassner, modelo HSV 100 S WTH 100**

### *Sistema de combustión/horno*

Todos los componentes, desde los refractarios hasta los elementos de la parrilla, que componen el hogar de la combustión se pueden reemplazar si es necesario con facilidad. La

válvula contra el retorno de llama incorporada o bien la válvula de mariposa garantizan un funcionamiento seguro en combinación con el control automático de la depresión.

El quemador de la caldera es modulante. La potencia se regula con la relación de tiempo marcha-paro del sinfín de alimentación, variando automáticamente la relación según necesidad de forma continua.

### *Cámara de combustión a altas temperaturas con parrilla móvil*

La cámara de combustión está completamente recubierta de material refractario para alcanzar temperaturas de combustión muy elevadas y una disipación del calor por convección muy lenta lo que implica un mejor rendimiento.

La cámara de combustión a altas temperaturas obtiene una combustión limpia. La parrilla móvil facilita el funcionamiento sin mantenimiento y sin fallos. La separación por zonas de aire primario y secundario garantiza una óptima combustión completa.

### *Recirculación de humos*

Parte de los humos son reinyectados a la cámara de combustión a través de un ventilador de recirculación de humos de velocidad variable. Unas válvulas de rotación progresiva accionadas automáticamente reinyectan los humos en la combustión. De esta manera se reducen las emisiones de NO<sub>x</sub>. Así también se garantiza la protección del revestimiento refractario. Al mismo tiempo se asegura la optimización de la combustión y del rendimiento.

Todo esto se traduce en unas mejoras de características como son:

- Optimización de la combustión.
- Vida útil aún más larga.

### *Sistema eléctrico*

Cada motor incorpora su protección individual. En los motores de los sinfines principales se monitoriza la intensidad consumida.

Para el conexionado eléctrico todos los componentes vienen pre cableados de fábrica y con conector. En el caso de incidencia en alguno de los motores de la instalación no es preciso detener la totalidad de los mism

### 1.2.9. TECNOLOGÍA DE CALDERAS HARGASSNER



Figura 31. Caldera Marca Hargassner, modelo HSV 100 S WTH 100

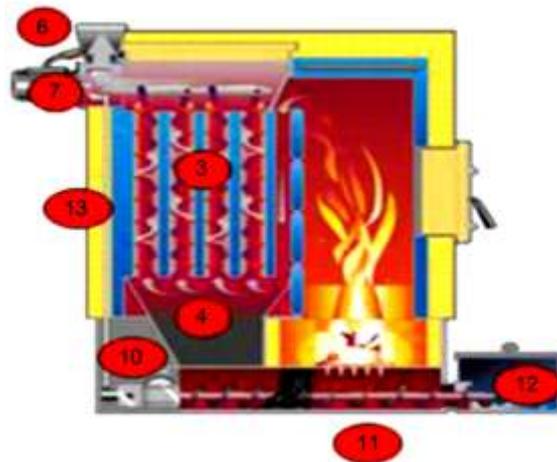


Figura 32. Caldera Marca Hargassner, modelo HSV 100 S WTH 100

### *Partes de la caldera*

- 1- Caldera de carga inferior refractaria
- 2- Caldera con intercambiador de calor
- 3- Tubuladores
- 4 -Separador de volátiles
- 5 -Parrilla de inserción
- 6 -Sonda Lambda
- 7 -Tiro forzado con regulación de velocidad
- 8 -Regulación supresión
- 9 -Cámara de combustión con ladrillos turbo
- 10- Motor de descarga de cenizas y limpieza
- 11 -Sinfín descarga cenizas de la parrilla
- 12 -Caja de cenizas
- 13 -Dispositivo automático de limpieza
- 14 -Intercambiador de emergencia con protección térmica
- 15 -Aire secundario
- 16 -Aire primario
- 17 -Deposito nodriza
- 18 -Sistema de aspiración estanco sin mantenimiento, ni filtro
- 19 -Avisador de nivel de llenado
- 20 -Tornillo sinfín de alimentación
- 21 -Dosificador de pellets doble
- 22- Accionamiento motor
- 23 -Ignición automática
- 24 -Turbina de aspiración
- 25 -Aislamiento acústico

- ❖ La regulación en función de la temperatura exterior permite al control adaptar la potencia de forma uniforme conforme a la demanda calorífica en cada momento. La temperatura de la caldera sigue siendo la misma a todos los niveles de potencia. Por tanto, solo se genera la energía que realmente se necesita **(2)**.

**Parrilla insertable automática (5)**: la caldera limpia automáticamente la parrilla y elimina de esta forma los restos de combustión enviándolos a la caja de cenizas. A través de la parrilla se aspira de forma controlada **aire primario (16)**, mientras que la ignición tiene lugar automáticamente.

**Sonda Lambda (6)** con detección de la calidad del combustible: la sonda lambda regula en cada rango de potencia la cantidad exacta de combustible, en función de la calidad de los pellets. Solo así se garantiza una óptima combustión, económica y con un bajo nivel de emisiones, que supondrá un ahorro en cuanto a eficiencia, energía y coste.



**Figura 33. Sonda Lambda**

**Ventilador de tiro forzado (8)** con regulación de velocidad para regular la supresión: la sonda de supresión mide permanentemente la presión en el interior de la cámara de combustión. Basándose en estos datos, el dispositivo Lambda-Hactronic regula la velocidad del ventilador de tiro forzado, con lo que mantiene la supresión a un valor óptimo. Este concepto garantiza una combustión con una temperatura mínima de los gases de escape y un óptimo rendimiento.



**Figura 34 .Ventilador de tiro forzado**

**Cámara de combustión completamente refractaria (9)** posee ladrillo refractario que demuestra ser el material de mayor capacidad de almacenamiento de calor, posee una vida útil más prolongada y mejores características de funcionamiento. (La alta temperatura en la cámara de combustión, tanto a carga plena como a bajo nivel de carga, permite alcanzar un nivel de emisiones mínimo).

**Tornillo sinfín de descarga de cenizas de la parrilla (11):** transporta tanto las cenizas volátiles como las de la parrilla hasta la caja de **cenizas exterior (12)**. La ceniza se tritura durante el transporte y se compacta en la caja de cenizas.

**Dispositivo automático de limpieza de la caldera (13):** se conecta en función del tiempo de calefacción y limpia las paredes de la caldera de los restos de cenizas volátiles.

**Turbina de aspiración (18):** dedicada a la aspiración de pellets desde el silo hasta el depósito. Es posible superar sin problemas los obstáculos entre la caldera y el silo (con una manguera de 20m aproximadamente).

**Dosificador de pellets doble (21):** tiene la función de que los pellets caigan de forma constante en **el sinfín de alimentación (20)**, que los transporta directamente a la cámara de combustión.

❖ *La aspiración de pellets puede funcionar durante la combustión con lo cual no hay pérdida de potencia, lo que se traduce en un óptimo suministro de calor.*

**Sistema de control Lambda-Hatronic de Hargassner** controla todo el sistema de calefacción, desde el transporte de pellets, pasando por la combustión hasta los circuitos de calefacción y acumuladores. Funciona guiándose por la temperatura exterior y así es capaz de detectar los cambios meteorológicos al momento y adaptar la potencia de la caldera de forma flexible. Así, la caldera funciona siempre dentro de un rango óptimo de potencia, lo que conduce a que el cliente pueda ahorrarse combustible y costes innecesarios.

### 1.2.10. DATOS TÉCNICOS Y DIMENSIONES

Tabla 24. Dimensiones y datos técnicos de la caldera de biomasa Marca Hargassner

DATOS TÉCNICOS	Sistema de aspiración de pellets HSV WTH 30-100 kW		
	Unidad	WTH HSV 100 S	
Rango de potencia	kW	30-100	
Rendimiento de carga plena	%	93,6	
Capacidad calorífica a carga máxima	kW	106,8	
Diámetro del tubo de humos	Mm	200	
Capacidad de agua	Litros	190	
Temperatura servicio máximo	°C	95	
Rango de temperatura de la caldera	°C	69-75	
Temperatura de retorno	°C	58	
Presión máxima de servicio	Bar	3	
Resistencia del lado de agua $\Delta T 10/20[K]$	Mbar	24/6,8	
Impulsión/retorno	Pulgadas	2”	
Protección térmica, conexiones	Pulgadas	3/4 “	
Sensor	Pulgadas	1/2 “	
Peso	Kg	1135	
Altura de la caldera	Altura en mm	1780	
Ancho de la caldera	Ancho en mm	1450	
Fondo de la caldera	Fondo en mm	1920	
Dimensión de colocación	Ancho	Ancho en mm	840
Desmontado	Fondo	Fondo en mm	1510
Conexión eléctrica	-	400 CV CA, 50 Hz, fusible de 13 A	

Esta caldera proporciona una temperatura máxima de trabajo de 95°C y una temperatura de retorno mínima de 58°C por lo que se estima que la temperatura media del agua a la potencia máxima demandada por el sistema de calefacción y de preparación estará en 75°C, lo que garantiza que cubra perfectamente las exigencias térmicas de la instalación.

Todo el funcionamiento es completamente automático, desde la alimentación de material, hasta la limpieza y la extracción de las cenizas, pasando por la combustión.

El control Lambda regula en cada rango de potencia la cantidad exacta de combustible, en función de la calidad de los pellets. Solo así se garantiza una óptima combustión, económica y con un bajo nivel de emisiones.

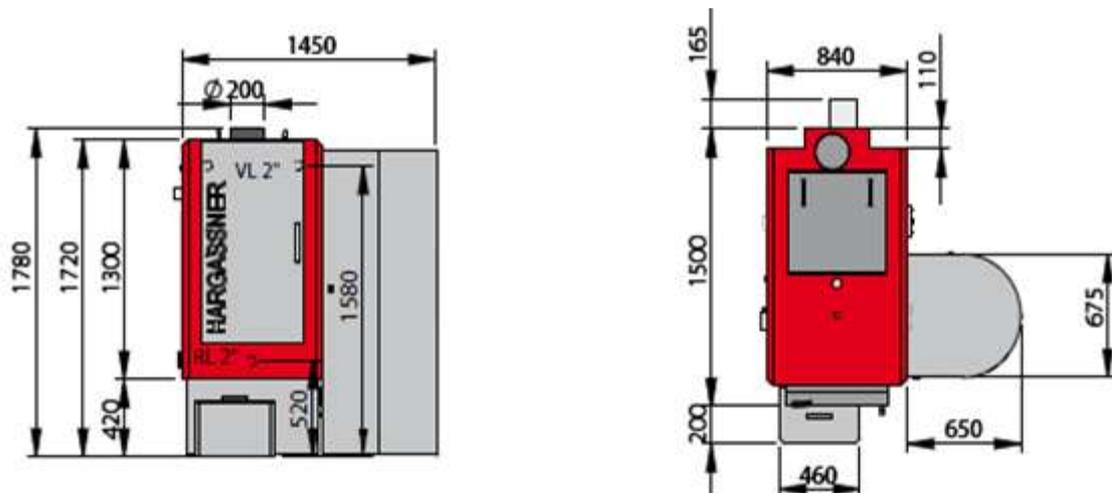
Esta caldera puede cubrir la demanda máxima, ayudada por el depósito de inercia Marca Hargassner SP 200 (de 2000 litros). Esto se realiza con el fin de gestionar los periodos cortos de variación de carga y asegurar que la caldera puede operar con cargas bajas de forma razonable.

La caldera se ubicará en el cuarto de calderas en el que previamente estaba la caldera de gasóleo a sustituir.

### 1.2.11. DIMENSIONADO

La caldera Marca Hargassner, modelo HSV 100 S WTH 100 cuenta con unas dimensiones de:

- Altura: 1780 mm
- Anchura: 1450 mm
- Fondo: 1920 mm



**Figura 35. Dimensiones de la caldera Marca Hargassner, modelo HSV 100 S WTH 100**

### 1.2.12. SILO DE ALMACENAMIENTO

El lugar destinado al almacenamiento de los pellets estará destinado exclusivamente para este uso, hallándose en una terraza contigua a la sala de calderas. Desde el silo el combustible es transportado a la caldera. Este dispone de bocas de llenado y retorno de

aire a través de las cuales se carga el silo que aspira el aire de salida a través de las bocas de retorno de aire.

Para cuidar los pellets, durante el llenado del silo se coloca frente a las bocas de llenado una alfombrilla de rebote.

### **1.2.13. DIMENSIONADO DEL SILO DE ALMACENAMIENTO**

Elegimos un silo Marca Hargassner RAS 300 de dimensiones de 3 x 2,5 m de superficie básica y 2,5 m de altura. Por tanto el silo dispondrá de un volumen bruto de 18,75 m<sup>3</sup>.

Las dimensiones de este silo son elegidas en base a los datos de consumo del año 2011-2012 proporcionados por el Ayuntamiento de Villamuriel de Cerrato (Palencia), habiéndose consumido en ese periodo 10.900 litros de gasóleo C.

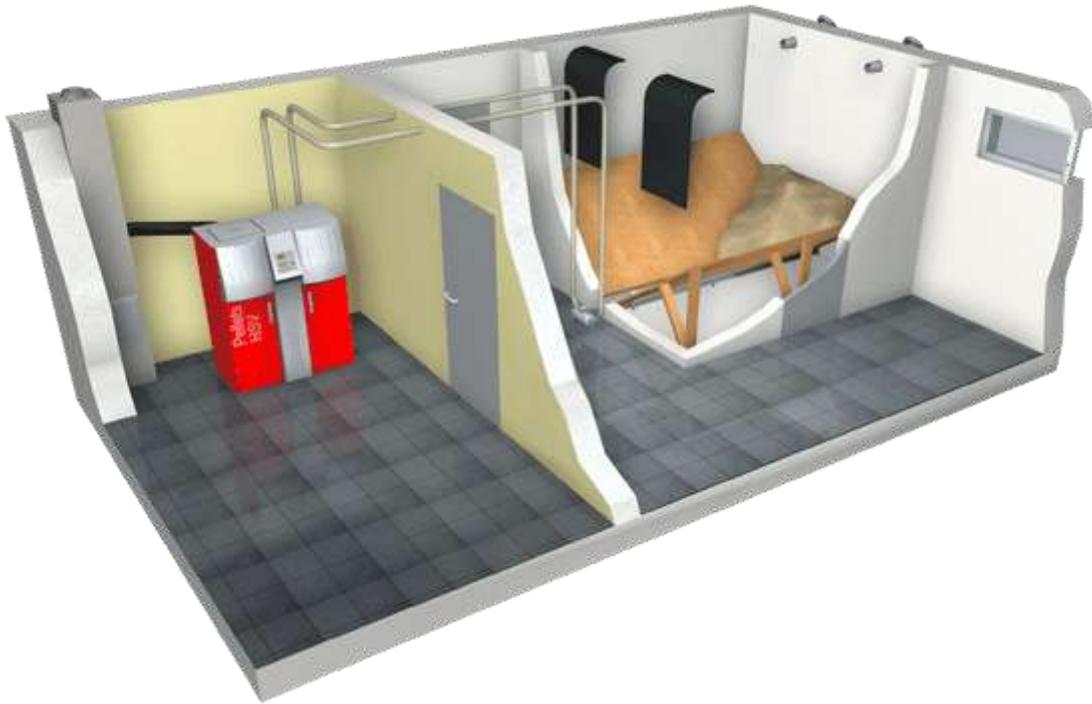
Se considera teóricamente que el calor emitido por 1 litro de gasóleo equivale aproximadamente a 2 kg de pellets, por ello se precisa del orden de 21.800 kg de pellets para satisfacer la demanda anual. Sin embargo teniendo en cuenta los rendimientos de ambas calderas la demanda anual de pellets disminuirá significativamente, como se indica en el apartado ESTUDIO DE COSTES de la presente memoria.

Por tanto, si se supone una densidad media de pellets de 1200 kg/m<sup>3</sup> y teniendo un silo de volumen 18,75 m<sup>3</sup>, se podrán almacenar 22.500 kg de pellets.

Teniendo en cuenta los datos de consumo especificados en el apartado ESTUDIO DE COSTES, se puede concluir que con un llenado del silo se satisface holgadamente la demanda anual, tanto de calefacción como de agua caliente sanitaria (ACS) en el Hogar de la Tercera Edad.

### **1.2.14. DESCRIPCIÓN DEL SILO DE ALMACENAMIENTO ELEGIDO**

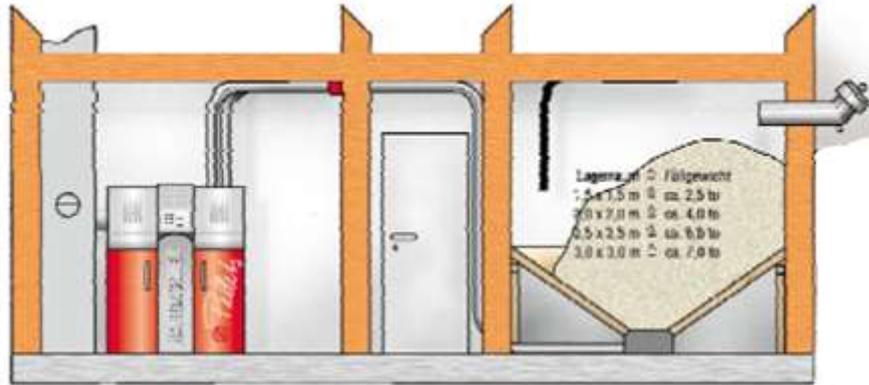
Se elige un silo Marca Hargassner RAS 300 de dimensiones de 3 x 2,5 m de superficie básica y 2,5 m de altura. Por tanto el silo dispondrá de un volumen bruto de 18,75 m<sup>3</sup>.



**Figura 36. Silo Marca Hargassner RAS 300**

Dispone de un sinfín de descarga del silo y sistema de aspiración RAS. Esta combinación de aspiración y sinfín es adecuada para silos de gran tamaño y alargados. Tampoco representa un problema la existencia de grandes distancias caldera-silo (hasta 30 m). En nuestro caso no supondría ningún problema ya que la distancia entre el silo y la caldera es de apenas 2 metros.

Los pellets son transportados mediante el sinfín desde el silo al sistema de aspiración. La forma especial de la tolva del sinfín evita obstrucciones de rebose y asegura un caudal de bombeo uniforme y sencillo y una evacuación completa hasta el último pellet. El silo está provisto de un suelo de madera plano e inclinado a 35° por ambos lados.



**Figura 37. Silo provisto de suelo de madera plano e inclinado a 35° por ambos lados.**

Para montar el sinfín de descarga a silo y comprobar el estado de los pellets es necesario disponer de una entrada en el silo. La parte interior de la puerta debe llevar instalados previamente tabloncillos de madera para poder abrir la puerta sin que los pellets caigan fuera.

#### 1.2.15. DEPÓSITO DE INERCIA

Acumulador de inercia Hargassner SP 2000 con capacidad de 2000 litros.



**Figura 38. Acumulador de inercia Hargassner SP 2000**

La función principal del depósito de inercia es la de acumular una cantidad determinada de calor para poder suministrarlo en momentos de alta demanda térmica.

Un depósito de inercia puede incluso permitir reducir la potencia de la caldera que se quiera instalar si las puntas térmicas son durante un periodo de tiempo limitado.

Otra función es la de evitar un apagado y encendido frecuente de la caldera. Esto ocurre cuando la demanda térmica es menor de la potencia mínima que dé la caldera, es decir menos del 30%.

Las calderas Hargassner no necesitan arrancar y parar de manera tan frecuente, debido a un conjunto de características técnicas como el forrado con material refractario (que almacena una cantidad considerable de calor), el diseño de la cámara de combustión, el intercambiador y el sistema de control, que tiene la posibilidad de aprovechar el calor residual que almacena la caldera para cubrir esas demandas que están por debajo del mínimo de la caldera.

La caldera decide si enviar de manera paulatina este calor al depósito de ACS o al circuito de calefacción, dependiendo de la demanda momentánea y la prevista (según la temperatura exterior y la programación horaria de calefacción y de ACS).

**Tabla 25. Datos técnicos depósito de inercia SP 2000**

<b>Datos técnicos SP2000</b>		<b>SP 2000</b>
<b>Capacidad del depósito de inercia</b>	litros	2000
<b>Diámetro con aislamiento</b>	mm	1300
<b>Altura con aislamiento</b>	mm	2310
<b>8 conexiones IG</b>		6/4"
<b>Peso</b>	kg	266
<b>Presión máxima de trabajo</b>	bar	3
<b>Temperatura máxima</b>	°C	95
<b>Aislamiento en espuma de poliuretano suave sin CFCs de 100 mm de espesor.</b>		

### 1.2.16. DEPÓSITO DE ACS

Depósito de acero inoxidable para acumulación de ACS con intercambiador interior fijo y vitrificado interior. Su función es mantener agua caliente sanitaria de instalaciones convencionales.



Figura 39. Depósito de acero inoxidable para ACS

Tabla 26. Datos técnicos depósito de ACS 200

Datos técnicos ACS200		ACS 200
Capacidad del depósito	litros	200
Diámetro con aislamiento	mm	600
Altura con aislamiento	mm	1095
Peso	kg	72
Presión máxima de trabajo	bar	8
Temperatura máxima	°C	95
<b>Aislamiento en espuma de poliuretano flexible de 50 mm de espesor.</b>		

### 1.2.17. CHIMENEA Y CONDUCTOS DE HUMOS

Para la salida de los productos de la combustión, se conecta la caldera a la salida de humos de la actual caldera de gasóleo, realizando un registro para limpieza y empleando, para la conexión con la chimenea actual de 250 mm de diámetro, conducto de doble pared en Inox AISI 304 exterior y en AISI 316L interior.

### 1.2.18. ESTUDIO DE COSTES

Las hipótesis de trabajo fijadas para el cálculo de la rentabilidad de la instalación se basa en los siguientes supuestos.

- El consumo de gasóleo del “Hogar de la Tercera Edad” según los datos proporcionados por el Ayuntamiento de Villamuriel de Cerrato en el año 2011/2012 es de 10.900 litros.
- La instalación antigua está sobredimensionada, disponiendo de una caldera de 150 kW en el centro ocupacional. Dada su antigüedad y que trabaja a cargas bajas, suponemos un rendimiento aproximado del 70%. Dado que la actual caldera de biomasa a instalar proporciona una eficiencia del 95%, obtendremos un ahorro significativo en cuanto a eficiencia se refiere.
- El precio actual del gasóleo de calefacción es de 0,954 €/l.

Considerando que 1 litro de gasóleo tiene un poder calorífico (PCS) de 10,89 kWh/l, obtendremos un consumo anual de 118.701 kWh.

Teniendo en cuenta que la eficiencia de la caldera anterior de gasóleo era de un 70% y la actual caldera de biomasa a instalar tendrá un 95%, el consumo anual variará significativamente siendo ahora de 87.464 kWh.

Sabiendo que los pellets tienen un poder calorífico de 5,012 kWh/kg y que se deben generar 87.464 kWh, necesarios para calefacción y ACS, precisaremos 17.451 kg de pellets.

Se estima que la evolución de los precios del Gasóleo y el Gas sea del 8% anual para los próximos años. Sin embargo, se conoce por su trayectoria que el precio de la biomasa está permaneciendo estable, aun así se considera uno de los casos más desfavorables, con

un incremento del 2% anual. Luego el margen de ahorro calculado irá aumentando con el paso de los años.

### 1.2.19. COMPARATIVA DE PRECIOS

**Tabla 27. Características de gasóleo C**

<b>CALDERA DE GASOLEO C</b>	
<b>Coste</b>	0,954 €/l
<b>Poder Calorífico</b>	10,89 kWh/l
<b>Rendimiento</b>	70%
<b>Incremento anual de precio</b>	8%
<b>Coste total anual</b>	10.399 €

**Tabla 28. Características de los pellets**

<b>CALDERA DE PELLETS</b>	
<b>Coste</b>	0,17 €/Kg
<b>Poder Calorífico</b>	5,012 kWh/kg
<b>Rendimiento</b>	95%
<b>Incremento anual de precio</b>	2%
<b>Subvención</b>	30%
<b>Coste total anual</b>	2967 €

### 1.2.20. AMORTIZACIÓN

#### *Subvenciones*

La Comunidad Autónoma de Castilla y León viene desarrollando y ejecutando desde el año 2002 el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de Castilla y León, cuyos objetivos fundamentales son articular una serie de actuaciones tendentes a potenciar el ahorro energético y mejorar todos los aspectos relacionados con la eficiencia energética. Para ello, anualmente pone a disposición una línea de subvenciones a través del EREN (Ente Regional de Energía)

Para instalaciones térmicas en el ámbito residencial y servicios, en edificios de viviendas o edificios públicos la subvención es de un 30% (Máximo 50.000 €).

En este caso la subvención a recibir sería del 30% y por tanto 11.341,27 € como está especificado en el documento PRESUPUESTO del presente proyecto. Por tanto el coste total a amortizar serían 34.401,84 €.

**Tabla 29. Comparativa de gasto de pellets y gasóleo cada año**

AÑO	GASOLEO	BIOMASA	AHORRO ACUMULADO
1	10399	37369	0
2	21629	40395	0
3	33758	43481	0
4	<b>46857</b>	<b>46629</b>	0
5	61004	49841	10936
6	76283	53116	22939
7	92785	56457	36100
8	110606	59865	50513
9	129853	63341	66285
10	150640	66886	83526
11	173090	70502	102359

Como se puede observar en la tabla la inversión inicial de los pellets es bastante grande ya que hay que contar con una instalación nueva, más el coste total en pellets para abastecer de calefacción y ACS al local.

Mientras que el coste de los pellets se mantiene estable con el paso de los años (incremento del 2% anual), el gasóleo se dispara (incremento del 8% anual).

Se puede observar (Tabla 29) que la inversión inicial que tiene por objeto este proyecto se recuperará en torno a los 4 o 5 años, obteniéndose a partir de ese periodo un ahorro anual más que significativo.

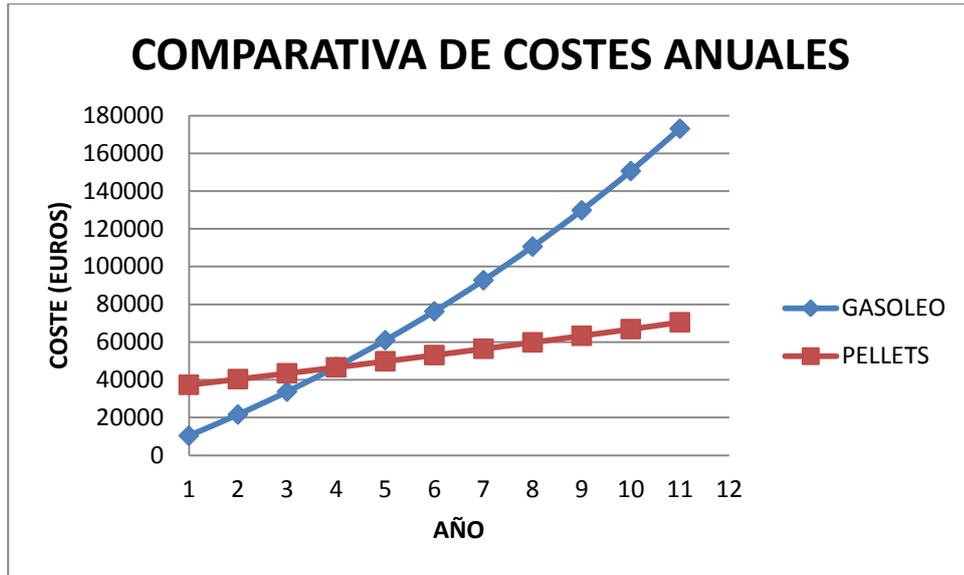


Figura 40. Comparativa de costes anuales

### 1.2.21. COMPARATIVA DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

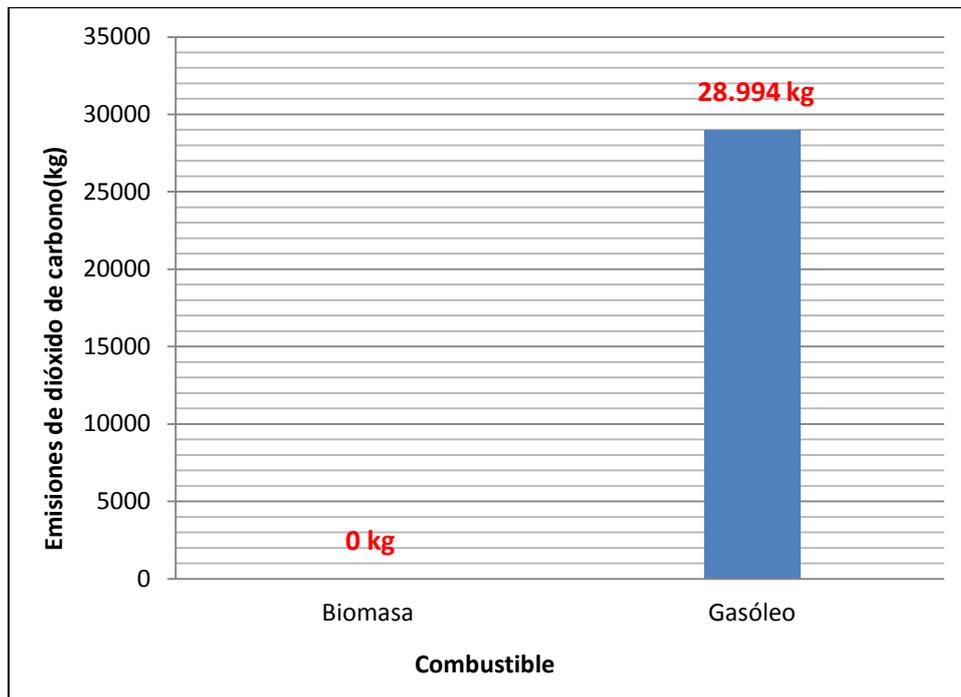
#### Gasóleo para calefacción y agua caliente sanitaria (A.C.S) Factor de emisiones

Para el caso del gasóleo se estima como factor de emisión 2,66 Kg CO<sub>2</sub> por litro de gasóleo (Fuente: Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético IDAE).

Tabla 30. Emisiones de CO<sub>2</sub>

	<b>Año 2011/2012</b>
<b>Consumo (litros)</b>	10.900
<b>Factor emisión (Kg CO<sub>2</sub>/litro)</b>	2,66
<b>Emisiones CO<sub>2</sub> (Kg CO<sub>2</sub>)</b>	28.994

Por tanto como se indica en la Tabla 30, las emisiones de CO<sub>2</sub> en el año 2011/2012 fueron de 28.994 Kg de CO<sub>2</sub>.



**Figura 41. Gráfico comparativo de las emisiones de CO<sub>2</sub>**

Pellets para calefacción y agua caliente sanitaria (A.C.S).El balance de carbono

Se considera que la quema de la biomasa, recolectada de forma sostenible y consumida localmente, no contribuye a aumentar las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. En consecuencia, en esta declaración de emisiones, no se han contabilizado las emisiones asociadas a la quema de pellets.

- ✓ Por tanto se puede concluir en que las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera son altas con la calefacción de gasóleo ya que éste es un combustible fósil cuyos principales contaminantes emitidos a la atmósfera son SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, hidrocarburos volátiles no quemados y partículas carbonosas.
- ✓ Sin embargo, son nulas con la caldera de biomasa debido a que la biomasa es una energía renovable y por tanto el CO<sub>2</sub> liberado se corresponde con el CO<sub>2</sub> absorbido, por lo se asegura su equilibrio en la atmósfera (ciclo neutro).

## **1.3. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS**

### **1.3.1. SALAS DE CALDERAS**

#### **1.3.1.1. SELECCIÓN DE LA CALDERA**

De acuerdo con el RITE, a las calderas de biomasa utilizadas para la producción de calor se les exige un rendimiento mínimo instantáneo del 75 %. Es suficiente con indicarlo solamente para el 100% de la potencia máxima y para uno de los biocombustibles sólidos que se prevé utilizar en su alimentación o, en su caso, la mezcla de biocombustibles. Además, hay que indicar la temperatura media del agua del conjunto caldera-sistema de combustión, a la potencia máxima demandada por el sistema de calefacción y, en su caso, por el sistema de preparación de agua caliente sanitaria.

Cualquiera de las calderas de biomasa disponibles en el mercado supera holgadamente el 75% de rendimiento de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes. Es importante verificar el rendimiento si se trata de calderas convencionales de carbón o gasóleo adaptadas para su uso con biomasa, aunque normalmente superan el rendimiento del 75% sin dificultad.

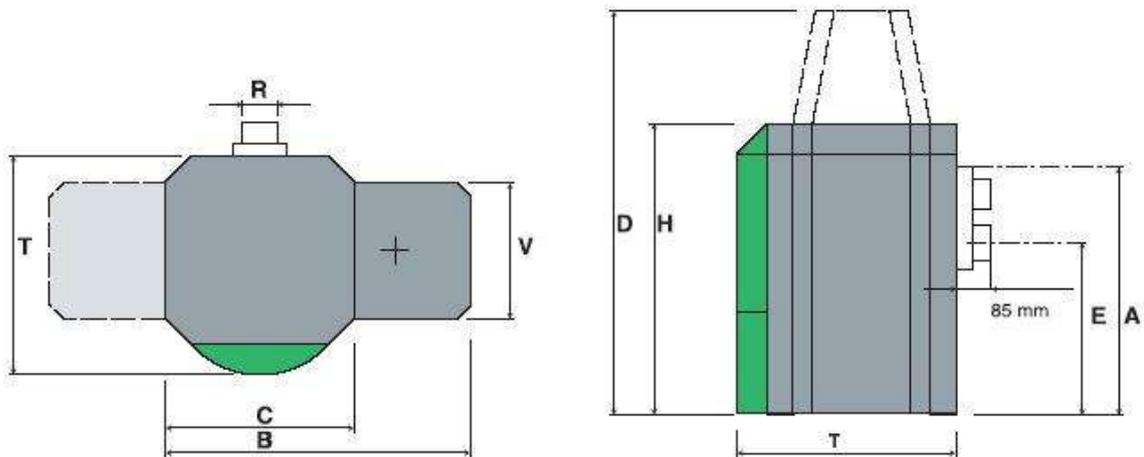
Factores determinantes para la elección de una caldera:

- a) Tipo y calidad de combustible con el que se la va a alimentar para conocer las tecnologías (tipos de calderas) disponibles para esa biomasa.
- b) Una vez conocidas las calderas adecuadas disponibles, es aconsejable la elección de sistemas de alto rendimiento (>90%), de bajas emisiones.
- c) Para mayor comodidad, es preferible un elevado nivel de automatización, reduciendo al mínimo los trabajos de mantenimiento. Con mayor nivel de automatización las calderas suelen ser más eficientes, pero también menos económicas
- d) Son igualmente recomendables los sistemas con variación continua de la potencia de salida para adecuarla a la demanda existente en cada momento así como los de telecontrol de los parámetros de la caldera por el suministrador de la misma.

- e) La disponibilidad de un distribuidor e instalador con garantías es imprescindible, y preferiblemente con un certificado por la empresa fabricante de la caldera de haber recibido el curso formativo correspondiente
- f) El coste del sistema y las ayudas públicas existentes

### 1.3.1.2. DIMENSIONES DE LAS CALDERAS

Las dimensiones básicas de diversas calderas vienen representadas en la Figura 42 a modo de ejemplo. Es de destacar que existen fabricantes que suministran las calderas ya montadas, por lo que es necesario tener en consideración el tamaño total de la caldera a la hora de llevarla hasta la sala de calderas, pues puede darse el caso de que la caldera no quepa por la puerta de acceso o los pasillos y escaleras que conducen a la sala de calderas.



- A: Altura de las conexiones de las tomas de envío y retorno (mm)
- B: Ancho total (mm)
- C: Ancho de la caldera (mm)
- D: Altura de las tuberías del sistema neumático (mm)
- E: Altura de la conexión del tubo de salida de los gases (mm)
- H: Altura de la caldera (mm)
- R: Diámetro del tubo de salida de los gases (mm)
- T: Profundidad de la caldera (mm)
- V: Profundidad del revestimiento lateral (mm)

**Figura 42. Dimensiones básicas de una caldera**

### 1.3.1.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS SALAS DE CALDERAS

Se consideran salas de máquinas los recintos con calderas o equipos auxiliares, cuando la suma de todas sus potencias sea superior a 70 kW. Se consideran parte de la sala de máquinas los locales a los que se acceda desde la misma sala, que comuniquen con el resto del edificio o con el exterior.

No tienen consideración de sala de calderas los locales en los que se sitúen generadores de calor con potencia térmica nominal menor o igual que 70 kW, o los equipos modulares de climatización de cualquier potencia preparados en fábrica para su instalación en exteriores.

Un sistema de calefacción con biomasa tiene unas exigencias de espacio mayores que un sistema convencional. En general, es necesario disponer de espacio suficiente para la caldera, el almacén y sistema de almacenamiento de combustible, y el acceso para el suministro de éste (salvo en los casos de calderas que incorporan el depósito de combustible).

Los espacios necesarios deben ser proporcionados por el fabricante o suministrador de la caldera, indicando las dimensiones de la caldera, los espacios libres en todas las direcciones, y un esquema con los principales elementos que deben incluirse en la sala de calderas (sinfines, vaso de expansión, etc.) para esa caldera en particular.

Como norma básica, las calderas y los equipos auxiliares deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que puedan realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción.

Toda sala de máquinas tendrá un camino desde su interior hacia el exterior por el que se podrá pasar con el equipo más pesado y voluminoso contenido en la misma sin dificultad alguna y sin necesidad de tener que eliminar del camino elementos constructivos o puertas.

Los espacios libres alrededor de un generador, lateralmente, frontalmente, en la parte trasera y en altura, se deberán determinar teniendo en cuenta la necesidad de efectuar con comodidad las operaciones de manejo y mantenimiento y, en general, deberán ser tanto más grandes cuanto mayor sea la potencia del equipo. Los valores indicados por el fabricante deben considerarse valores mínimos.

La altura mínima de la sala será de 2,50 m, que debería aumentarse cuando la sala supere las pocas decenas de kW de potencia. Se respetara una altura libre de tuberías y obstáculos sobre la caldera de 0,5 m, aunque es recomendable mantener al menos la cota de un metro. Los espacios mínimos libres que deben dejarse alrededor de los generadores de calor serán los que se señalan a continuación, o los que indique el fabricante, cuando sus exigencias superen las mínimas anteriores.

Existirá un espacio libre en el frente de las calderas atmosféricas de como mínimo de 1 m, con una altura mínima de 2 m libre de obstáculos. Las calderas en las que la retirada de la ceniza sea manual o sea necesaria la accesibilidad al hogar para carga o reparto del combustible tendrán un espacio libre frontal igual, por lo menos, a vez y media la profundidad de la caldera.

Entre calderas, así como las calderas extremas y los muros laterales y de fondo, debe existir un espacio libre de al menos 50 cm aunque se recomienda que no sea menor de 80 cm para facilitar el mantenimiento. Esta distancia podrá disminuirse en los modelos en que el mantenimiento de las calderas y su aislamiento térmico lo permitan. En el caso de que las calderas a instalar sean del tipo mural y/o modular formando una batería de calderas o cuando las paredes laterales de las calderas a instalar no precisen acceso, puede reducirse la distancia entre ellas, teniendo en cuenta el espacio preciso para poder efectuar las operaciones de desmontaje de la envolvente y del mantenimiento de las mismas.

La distancia entre la caldera y la chimenea será igual, al menos, al tamaño de la caldera.

### 1.3.1.4. VENTILACIÓN DE SALAS DE CALDERAS

El aire de ventilación de las salas de calderas sirve para un doble propósito: ventilar el local con el fin de evacuar parte del calor desprendido por los equipos y las tuberías y suministrar el aire necesario para la combustión.

Se recomienda que las salas de calderas estén situadas en contacto con el ambiente exterior, de manera que la ventilación tenga lugar siempre por medios naturales (ventilación natural directa por aperturas).

Además, en estos casos, se facilita la salida de los productos de la combustión hacia el exterior. No obstante, también son válidos los sistemas de ventilación natural directa por conductos y los de ventilación forzada.

En cualquier caso, se intentará lograr una ventilación cruzada gracias a corrientes de aire creadas colocando las aberturas sobre paredes opuestas de la sala y en las cercanías del techo y del suelo. Los orificios de ventilación distaran al menos 50 cm de cualquier hueco practicable o rejillas de ventilación de otros locales distintos de la sala de maquinas. Además, las aberturas estarán protegidas para que no puedan ser obstruidos o inundados y evitar la entrada de insectos u otros cuerpos extraños.

### *Ventilación natural directa por orificios*

La ventilación natural directa al exterior puede realizarse, para las salas contiguas a zonas al aire libre, mediante aberturas de área libre mínima de 5 cm<sup>2</sup> por cada kW de potencia térmica nominal. Se recomienda practicar más de una abertura y colocarlas en diferentes fachadas y a distintas alturas, de manera que se creen corrientes de aire que favorezcan el barrido de la sala.

$$A_{libre,min}[cm^2]= 5 [cm^2/kW]. PN [kW]$$

A [cm<sup>2</sup>]: Área mínima de ventilación

PN [kW]: Potencia nominal instalada

Además, en la parte superior de las paredes se practicarán aberturas de superficie igual, por lo menos, a una milésima parte de la superficie en planta de la sala de maquinas.

### *Ventilación natural directa por conducto*

Cuando la sala no sea contigua a zona al aire libre, pero pueda comunicarse con esta por medio de conductos de menos de 10 m de recorrido horizontal, la sección libre mínima de estos, referida a la potencia térmica nominal instalada, será:

Ventilación natural directa por conducto vertical

$$A_{libre,min}[cm^2]= 7,5 [cm^2/kW]. PN [kW]$$

A [cm<sup>2</sup>]: Área mínima de ventilación

PN [kW]: Potencia nominal instalada

Ventilación natural directa por conducto horizontal

$$A_{libre,min}[cm^2]= 10 [cm^2/kW]. PN [kW]$$

A [cm<sup>2</sup>]: Área mínima de ventilación

PN [kW]: Potencia nominal instalada

Las secciones indicadas se dividirán en dos aberturas, por lo menos, una situada cerca del techo y otra cerca del suelo y, a ser posible, sobre paredes opuestas.

***Ventilación forzada***

En la ventilación forzada se dispondrá de un ventilador de impulsión, soplando en la parte inferior de la sala, que asegure un caudal mínimo de:

$$Q_{min}[m^3/h]= 1,8. PN [kW] + 10. A [m^2]$$

Q [m<sup>3</sup>/h]: Caudal mínimo

PN[kW]: Potencia nominal instalada

A [cm<sup>2</sup>]: Superficie de la sala

El ventilador estará enclavado eléctricamente con los quemadores, de manera que entre en funcionamiento cuando al menos uno de los quemadores funcione y pare cuando todos los quemadores estén parados.

Para disminuir la presurización de la sala con respecto a los locales contiguos, se dispondrá de un conducto de evacuación del aire de exceso construido con material incombustible y dimensionado de manera que la sobrepresión no sea mayor que 20 Pa. Estará situado a menos de 30 cm del techo y en lado opuesto de la ventilación inferior de manera que se garantice una ventilación cruzada.

Las dimensiones mínimas de dicho conducto serán:

$$A_{conducto,min}[cm^2]= 10. A_{saladecalderas}[cm^2]$$

$A_{conducto\ min}$  [m<sup>2</sup>]: Área mínima del conducto de ventilación

$A_{saladecalderas}$  [m<sup>2</sup>]: Área de la sala de calderas

Las pautas del funcionamiento del sistema de ventilación forzada serán las enumeradas en la Tabla 31.

**Tabla 31. Pautas del funcionamiento del sistema de ventilación forzada**

Pautas de funcionamiento del sistema de ventilación forzada	
Encendido	1. Arrancar el ventilador;
	2. Mediante un detector de flujo o un presostato debe activarse un relé temporizado que garantice el funcionamiento del sistema de ventilación antes de dar la señal de encendido a la caldera;
	3. Arrancar el generador de calor.
Apagado	1. Parar el generador de calor;
	2. Solo cuando todas las calderas de la sala estén paradas debe desactivarse el relé mencionado anteriormente y parar el ventilador.

### 1.3.1.5. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA Y NECESIDADES DE COMBUSTIBLE

El cálculo adecuado de la demanda térmica del edificio al inicio del diseño del proyecto tiene una influencia considerable tanto económicamente como en el adecuado funcionamiento del sistema.

Si el sistema de calefacción con biomasa sustituye a un sistema de calefacción de un edificio existente, la demanda anterior de combustible es la mejor base para el cálculo de la demanda y también de la potencia requerida, aunque ello no elimina la necesidad de hacer un nuevo cálculo de cargas para obtener el valor real de potencia requerida y no el de potencia consumida. Frecuentemente esta potencia requerida no se corresponde con la potencia de las calderas existentes y habrá que decidirse por la caldera de potencia inmediatamente superior a la potencia precisa.

Si el sistema va a instalarse en un edificio de nueva construcción la potencia térmica y la demanda de calefacción se deben calcular desde el principio, considerando los datos de aislamiento así como la demanda del agua caliente.

Las siguientes tablas se han confeccionado basándose en la norma UNE-EN 12831 – cálculo simplificado de la carga térmica total del edificio, y ofrece valores típicos de potencia térmica necesaria para el suministro de calefacción sanitaria a diversos edificios. Se han tomado como referencia una vivienda unifamiliar y dos bloques de viviendas, de cuatro y diez alturas respectivamente sobre la planta baja.

Además, se han considerado las situaciones de estos edificios en el caso de estar aislados o de ser adyacente a otros. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 32.

**Tabla 32. Potencia térmica necesaria aproximada para distintos edificios típicos con aislamientos medio-alto.**

Tipo de vivienda		Plantas	Superficie [m <sup>2</sup> construidos]		Temperatura exterior de diseño					
					Text = -10 °C		Text = 0 °C		Text = 10 °C	
					Potencia térmica aproximada [kW]					
			por planta	por vivienda	total	por vivienda	total	por vivienda	total	por vivienda
Unifamiliar	aislada	2	75	150	17,7	17,7	13,0	13,0	8,3	8,3
	1 medianerías				17,1	17,1	12,6	12,6	8,1	8,1
	2 medianerías				16,6	16,6	12,3	12,3	7,9	7,9
	3 medianerías				15,8	15,8	11,8	11,8	7,7	7,7
Bloque de viviendas	aislado	5	700	135	261	10,0	200	10,0	143	10,0
		11	700	135	547	9,7	425	9,7	305	9,7
	2 medianerías	5	700	135	236	9,3	185	9,3	135	9,3
		11	700	135	491	8,9	390	8,9	287	8,9

En todos los casos se ha considerado un aislamiento medio-alto de la vivienda. Las correcciones a realizar en el cálculo de la potencia en los casos de aislamientos bajos o muy altos se indican en la Tabla 33.

**Tabla 33. Factor de corrección según el grado de aislamiento**

Grado de aislamiento	Factor de corrección	Potencia térmica aproximada [kW]
Bajo	1.50	$P_{\text{medio-alto}} * 1.50$
Medio-alto	1.00	$P_{\text{medio-alto}} * 1.00$
Muy alto	0.75	$P_{\text{medio-alto}} * 0.75$

\*Potencia medio-alto[ kW]: Potencia para un aislamiento medio-alto.

En caso de suministrarse agua caliente sanitaria (ACS) se recomienda incrementar la potencia en un 10- 20%.

### 1.3.1.6. REQUISITOS DE SEGURIDAD

En general, los sistemas de seguridad están preparados para que puedan actuar incluso en situaciones de falta de suministro. Las calderas de biomasa, por su naturaleza,

deben disponer de ciertos dispositivos de seguridad específicos para ellas, recogidos en la Tabla 34 y que se describen a continuación.

**Tabla 34. Dispositivos de seguridad específicos para calderas de biomasa**

Elemento	Función
Interruptor de flujo	Detectar la circulación del fluido en el interior de la caldera.
Dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión.	Interrumpir la combustión en el caso de alcanzarse temperaturas superiores a las de diseño o de existir retroceso de los productos de la combustión o de llama.
Dispositivo contra el retroceso de llama	Evitar el retroceso de la llama de la caldera hacia el silo de almacenamiento de la biomasa.
Sistema de eliminación del calor residual	Eliminar el calor adicional producido por la biomasa ya introducida en la caldera cuando se interrumpe la combustión.
Una válvula de seguridad	Desviar el agua a sumidero en caso de sobrepasarse en más de 1 bar la presión de trabajo de agua.

- Interruptor de flujo

Salvo que el fabricante especifique que no requieren circulación mínima, las calderas estarán equipadas con un interruptor de flujo con el objeto de poder detectar la circulación del fluido en su interior.

- Dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión. Este dispositivo, que será de rearme manual, actuará en dos situaciones críticas:

- En el caso de alcanzarse temperaturas superiores a las de diseño.
- En el caso de existir retroceso de los productos de la combustión o de llama.

- Dispositivo contra el retroceso de llama

Se deberá evitar el retroceso de la llama de la caldera hacia el silo de almacenamiento de la biomasa. Para ello se requieren al menos dos sistemas:

- Compuerta de cierre estanca contra el retroceso de la combustión, que interrumpe la entrada de combustible a la caldera.
- Rociador de extinción de emergencia, que tenga la capacidad para inundar el tubo de transporte del combustible en el caso de que se produzca el retroceso de la llama. Se recomienda que el este sistema aporte un caudal mínimo de 15 l/h de agua.

Es muy importante que las bombas que mueven el agua de la calefacción por el edificio no estén controladas mediante sistemas electrónicos incluidos en la caldera, de modo que puedan continuar su trabajo en caso de un corte eléctrico en la caldera.

- Sistema de eliminación del calor residual

Las instalaciones de biomasa tienen una mayor inercia a generar calor que las de gas o de gasóleo, debido a que por si alguna causa hubiera algún corte eléctrico, la biomasa introducida en la caldera continuaría quemándose.

El sistema de eliminación del calor residual debe garantizar la eliminación de ese calor adicional producido en la caldera como consecuencia del biocombustible ya introducido en la misma cuando se interrumpe el funcionamiento del sistema de combustión.

Hay varias alternativas para la eliminación de este calor:

- Un recipiente de expansión abierto que pueda liberar el vapor si la temperatura del agua alcanza los 100 °C dentro de la caldera.
- Un intercambiador de calor de seguridad en la caldera, refrigerado por una corriente de agua cuando la temperatura en el interior de la caldera aumente demasiado.
- Un depósito de acumulación, siempre y cuando la circulación natural tenga la capacidad de enfriar la caldera.

Como se ha visto anteriormente, las bombas que mueven el agua de la calefacción por el edificio no deben estar controladas mediante sistemas electrónicos incluidos en la caldera, de modo que puedan seguir funcionando hasta que se haya eliminado el calor residual en caso de un corte eléctrico en la caldera.

- Una válvula de seguridad

Estará tarada a 1 bar por encima de la presión de trabajo del generador y en su zona de descarga deberá estar conducida hasta sumidero.

### 1.3.1.7. REQUISITOS COMUNES PARA TODAS LAS SALAS DE CALDERAS

Además de disponer de los dispositivos específicos mencionados en el RITE, las salas de calderas de biomasa deben cumplir las prescripciones generales de seguridad establecidas en la sección SI-1 del Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE) y que se comentan a continuación.

Como requisito básico, mencionar que las salas de calderas no podrán ser utilizadas para otros fines, ni podrán realizarse en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación.

El acceso normal a la sala de máquinas no debe hacerse a través de una abertura en el suelo o techo. Las dimensiones de la puerta de acceso serán las suficientes para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de máquinas. Entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala de máquinas deben dejarse los pasos y accesos libres para permitir el movimiento de equipos, o de partes de ellos, desde la sala hacia el exterior y viceversa. La conexión entre generadores de calor y chimeneas debe ser perfectamente accesible. Además, con el objeto de evitar los accidentes fortuitos del personal, los motores y sus transmisiones deben estar suficientemente protegidos.

Las puertas deben estar provistas de cerradura con fácil apertura desde el interior, aunque hayan sido cerradas con llave desde el exterior. Además, salvo cuando estén en contacto directo con el exterior, tendrán una permeabilidad no mayor a  $1 \text{ I}/(\text{s}\times\text{m}^2)$  bajo una presión diferencial de 100 Pa.

Las tomas de ventilación no podrán estar comunicadas con otros locales cerrados y los elementos de cerramiento de la sala no permitirán filtraciones de humedad. La sala dispondrá de un eficaz sistema de desagüe por gravedad o, en caso necesario, por bombeo.

En lo relativo a las instalaciones eléctricas, el cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general, estará situado en las proximidades de la puerta principal de acceso. Este interruptor no podrá cortar la alimentación al sistema de ventilación de la sala.

Asimismo, el interruptor del sistema de ventilación forzada de la sala, si existe, también se situará en las proximidades de la puerta principal de acceso.

La iluminación de la sala de calderas debe ser suficiente para realizar los trabajos de conducción e inspección. El valor mínimo admisible del nivel medio de iluminación en servicio son 200 lux, con una uniformidad media de 0,5.

En el exterior de la puerta de acceso a la sala de máquinas, así como en su interior, figurarán, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones recogidas en la siguiente Tabla 35.

**Tabla 35. Indicaciones a colocar en el interior de la sala de calderas**

<b>Indicaciones a colocar en el interior de la sala de calderas</b>	
En el exterior de la puerta de acceso	Cartel con la inscripción: «Sala de Máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio».
En el interior de la sala de calderas	Instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido;
	Indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos;
	Nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación;
	Dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio;
	Plano con esquema de principio de la instalación.

Aparte, conviene mencionar que se pueden utilizar equipos de generación de calor de hogar abierto, o que viertan los productos de la combustión al local a calentar, en espacios destinados a almacenes, talleres, naves industriales u otros recintos especiales, siempre que la calidad del aire del recinto no se vea afectada negativamente. Para ello, se deben indicar las medidas de seguridad adoptadas.

#### ***Requisitos según el nivel de riesgo de la sala de calderas***

Según el Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE), el nivel de riesgo de las salas de calderas se establece según la potencia:

**Tabla 36. Nivel de riesgo de la sala de calderas**

Potencia útil nominal total [kW]	Riesgo
$P < 70$	No se considera sala de calderas
$70 < P \leq 200$	Bajo
$200 < P \leq 600$	Medio
$P > 600$	Alto

A su vez, de acuerdo con el RITE, las instalaciones con sala de máquinas de riesgo alto son aquellas que cumplen una cualquiera de las siguientes condiciones:

- Las realizadas en edificios institucionales o de pública concurrencia.
- Las que trabajen con agua a temperatura superior a 110°C.

En una sala de máquinas de riesgo alto el cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general y el interruptor del sistema de ventilación deben situarse fuera de la misma y en la proximidad de uno de los accesos.

### **1.3.2. CHIMENEAS Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE HUMOS**

Las emisiones a la atmosfera de los sistemas de climatización de biomasa no varían mucho respecto a las de combustibles fósiles como gasóleo o gas natural, y son mucho menores que las de carbón.

El sistema de evacuación de humos consiste en una chimenea. La única diferencia entre la chimenea de un sistema de gas natural o gasóleo y uno de biomasa es el diámetro necesario. En el caso de biomasa hay que prever un volumen de gases ligeramente superior, debido a que la humedad que contiene la biomasa se evapora en la caldera y da lugar a vapor de agua que sale mezclado con los productos de la combustión, aumentando así el volumen de los gases.

La evacuación de los productos de la combustión en las instalaciones térmicas se debe realizar por la cubierta del edificio de acuerdo en los siguientes casos y con las siguientes normas generales:

- a) Los edificios de viviendas de nueva construcción en los que no se prevea una instalación térmica central ni individual, dispondrán de una preinstalación para la evacuación individualizada de los productos de la combustión, mediante un conducto conforme con la normativa europea, que desemboque por cubierta y que permita conectar en su caso calderas de cámara de combustión estanca tipo C, según la Norma UNE-CEN/TR 1749 IN.
- b) En los edificios de nueva construcción en los que se prevea una instalación térmica, la evacuación de los productos de la combustión del generador se realizara por un conducto por la cubierta del edificio, en el caso de instalación centralizada, o mediante un conducto igual al previsto en el apartado anterior, en el caso de instalación individualizada.
- c) En las instalaciones térmicas que se reformen cambiándose sus generadores y que ya dispongan de un conducto de evacuación a cubierta, éste será el empleado para la evacuación, siempre que sea adecuado al nuevo generador objeto de la reforma y de conformidad con las condiciones establecidas en la reglamentación vigente.
- d) En las instalaciones térmicas existentes que se reformen cambiándose sus generadores que no dispongan de conducto de evacuación a cubierta o éste no sea adecuado al nuevo generador objeto de la reforma, la evacuación se realizará por la cubierta del edificio mediante un nuevo conducto adecuado.

Además, han de cumplirse las siguientes exigencias:

- Queda prohibida la unificación del uso de los conductos de evacuación de los productos de la combustión con otras instalaciones de evacuación.
- Las calderas de potencia térmica nominal mayor que 400 kW tendrán su propio conducto de evacuación de los productos de la combustión.
- Las calderas de potencia térmica nominal igual o menor que 400 kW, que tengan la misma configuración para la evacuación de los productos de la combustión, podrán tener el conducto de evacuación común a varias de ellas, siempre y cuando la suma de la potencia sea igual o menor a 400 kW. De estar instaladas en cascada, el ramal auxiliar, antes de su conexión al conducto común, tendrá un tramo vertical ascendente de altura igual o mayor que 0,2 m

- En ningún caso se podrán conectar a un mismo conducto de humos calderas que empleen combustibles diferentes.
- Es válido el dimensionado de las chimeneas de acuerdo a lo indicado en las Normas UNE-EN 13384-1, UNE-EN 13384-2 o UNE 123001, según el caso.
- En el dimensionado se analizará el comportamiento de la chimenea en las diferentes condiciones de carga; además, si la caldera funciona a lo largo de todo el año, se comprobará su funcionamiento en las condiciones extremas de invierno y verano
- El tramo horizontal del sistema de evacuación, con pendiente hacia la caldera, será lo más corto posible.
- Se dispondrá un registro en la parte inferior del conducto de evacuación que permita la eliminación de residuos sólidos y líquidos.
- La chimenea será de material resistente a la acción agresiva de los productos de la combustión y a la temperatura, con la estanquidad adecuada al tipo de generador empleado. En el caso de chimeneas metálicas la designación según la Norma UNE-EN 1856-1 o UNE-EN 1856-2 de la chimenea elegida en cada caso y para cada aplicación será de acuerdo a lo establecido en la Norma UNE 123001.
- Para la evacuación de los productos de la combustión de calderas que incorporan extractor, la sección de la chimenea, su material y longitud serán los certificados por el fabricante de la caldera. El sistema de evacuación de estas calderas tendrá el certificado CE conjuntamente con la caldera y podrá ser de pared simple, siempre que quede fuera del alcance de las personas, y podrá estar construido con tubos de materiales plásticos, rígidos o flexibles, que sean resistentes a la temperatura de los productos de la combustión y a la acción agresiva del condensado. Se cuidarán con particular esmero las juntas de estanquidad del sistema, por quedar en sobrepresión con respecto al ambiente.
- En ningún caso el diseño de la terminación de la chimenea obstaculizará la libre difusión en la atmósfera de los productos de la combustión

### 1.3.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO

El diseño de los silos de almacenamiento debe de cumplir una serie de premisas para prevenir el daño del combustible o una autocombustión.

#### *Requisitos de la sala de almacenamiento*

Se pueden mencionar las siguientes:

- Ausencia de humedad

Las paredes, suelo y techo del almacenamiento no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándolas en caso necesario. El almacenamiento de los pellets debe estar bien ventilado para permitir su secado y evitar la aparición de mohos.

- Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas dentro del almacén no están permitidas y cuando se utilice un sistema neumático para el transporte de la biomasa, ya sea del camión al silo o del silo a la caldera, el sistema deberá contar con una toma de tierra para evitar la aparición de chispas por cargas electrostáticas.

- Vaciado del sistema de almacenamiento

Se debe prever un procedimiento de vaciado del almacenamiento de biocombustible para el caso de que sea necesario, para la realización de trabajos de mantenimiento, de reparación o en situaciones de riesgo de incendio.

- Capacidad mínima

En edificios nuevos la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustible será la suficiente para cubrir el consumo de dos semanas.

- Protección contra incendios

En edificios nuevos el almacenamiento de biocombustible sólido y la sala de máquinas deben encontrarse situados en locales distintos y con las aperturas para el transporte desde el almacenamiento a los generadores de calor dotadas con los elementos adecuados para evitar la propagación de incendios de una a otra.

En instalaciones térmicas existentes que se reformen, en donde no pueda realizarse una división en dos locales distintos, el depósito de almacenamiento estará situado a una distancia de la caldera superior a 0,7 m y deberá existir entre el generador de calor y el almacenamiento una pared con resistencia ante el fuego de acuerdo con la

reglamentación vigente de protección contra incendios. La resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales del almacenamiento de biocombustible será la que determine la reglamentación de protección contra incendios vigente (Código Técnico de la Edificación – Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio).

- Resistencia a la presión del combustible

Las paredes y puertas del almacén deben ser capaces de soportar la presión del biocombustible almacenado.

- Mantenimiento del tornillo sinfín

Una vez al año se debe limpiar el polvo acumulado y engrasarse los cojinetes del tornillo sinfín. Además, de acuerdo con el Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE), los almacenes de combustible sólido para calefacción se clasifican bajo el nivel de riesgo medio y deberán cumplir sus correspondientes exigencias de seguridad de acuerdo con la Tabla 37:

**Tabla 37. Riesgos en caso de incendio**

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
<i>Resistencia al fuego</i> de la estructura portante	R 90	R 120	R 180
<i>Resistencia al fuego</i> de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
<i>Vestibulo de independencia</i> en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	No	Si	Si
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>2</sub> 45-C5	2 x EI <sub>2</sub> 30-C5	2 x EI <sub>2</sub> 30-C5
Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local	≤ 25 m.	≤ 25 m.	≤ 25 m.

En el caso de que se promulgara una nueva normativa, se sugiere disminuir el nivel de riesgo aplicable a las instalaciones de biomasa.

#### 1.3.4. REQUISITOS RELACIONADAS CON EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

##### *Suministro neumático de combustible*

- **Caldera apagada:** la caldera debe mantenerse apagada durante el llenado del silo para prevenir cualquier peligro potencial de retroceso del fuego debido a la depresión en el silo que puede provocar un reflujó de la llama de la caldera hacia el almacén.

- **Aspiración del aire del silo:** durante la carga del silo se debe aspirar el aire interior para evitar sobrepresiones y para permitir la aspiración del polvo impulsado durante la operación de llenado, evitando así su impulsión al interior de la casa.
- **Presión de suministro limitada:** la presión de suministro debe igualmente limitarse con el objetivo de prevenir el daño del silo y la desintegración de los pellets durante la carga.
- **Sistema de protección de la zona de impacto:** debe instalarse en la zona de impacto un sistema de protección de la pared contra la abrasión derivada del golpeteo de los biocombustibles y para evitar su desintegración por impacto.

#### *Suministro mediante descarga directa*

- **Protección frente a caídas dentro del almacenamiento:** cuando la descarga sea directa a través de compuertas a nivel del suelo, como es el caso de los volquetes, estas deben constar de los elementos necesarios de seguridad para evitar caídas dentro del almacenamiento. Una rejilla de acero es una buena solución, aunque sus aberturas deben ser lo suficientemente amplias para garantizar que el combustible puede pasar a través de ellas, evitando problemas de obstrucción.

#### **1.3.5. MANTENIMIENTO DE LA CALDERA DE PELLETS**

Se pueden identificar como inconvenientes principales en el uso de calderas de biomasa, los siguientes:

- Posibles bloqueos y otras incidencias en los sistemas de transporte y alimentación del horno
- Limpieza de calderas y pérdida del intercambio térmico. Sistemas de limpieza automáticos
- Fusión de cenizas y problemas asociados. Extracción de cenizas
- Corrosión, calidad de agua: acciones preventivas.

### Limpieza de las calderas

Como es sabido, si bien existen grandes ventajas en el uso de la biomasa como combustible, también hay algunos “peajes”, siendo uno de éstos la limpieza. Este extremo se ha mitigado mediante los sistemas de limpieza automáticos, que reducen de forma importante las acciones manuales necesarias. Así, la producción de hollín y su depósito en los tubos de la caldera va disminuyendo la capacidad de intercambio de calor entre los gases calientes y el agua contenida en la caldera

Entre los dispositivos de limpieza se encuentran los siguientes:

- Dispositivos mecánicos
- Dispositivos neumáticos mediante choque de aire
- Dispositivos semiautomáticos: ratones de limpieza con cilindro neumáticos
- En calderas grandes, sistemas de limpieza por vapor, martillos, ultrasonidos, etc.

No sólo se ha de realizar la limpieza en los pirotubos, sino que también es necesario limpiar periódicamente la parrilla por donde se aporta el aire primario. Así, en el caso de las parrillas fijas, dicha limpieza se ha de realizar periódicamente, típicamente cada mes, quizás cada dos meses, mientras que en el caso de las parrillas móviles, o fijas con sistema de limpieza, son mucho más.

### Extracción automática de cenizas

Para la extracción de cenizas se usan sistemas de desplazamiento mecánicos que tienen que transportar el material ya quemado hasta un área desde donde, generalmente con tornillo sin fin, se trasladan las cenizas hasta un contenedor.

Normalmente los hornos utilizados funcionan a depresión, por lo que se hace necesario el uso de una válvula rotativa metálica o un dispositivo que soporte altas temperaturas y que separe los dos circuitos de diferente presión.

Uno de los aspectos a tener en cuenta es la temperatura de fusión de las cenizas. Si el horno donde se produce la combustión alcanza temperaturas elevadas y el biocombustible disponible produce unas cenizas con temperatura de fusión reducida, éstas pueden llegar a fundirse. Si esto ocurre, el flujo de aire primario puede quedar limitado – y la calidad de la combustión – y la extracción de cenizas puede sufrir bloqueos o poca efectividad.

Normalmente en biomasa de origen leñoso sin impurezas así como en el caso de los pellets, esta temperatura es suficientemente elevada como para que aparezcan los problemas asociados a la fusión de las cenizas.

### Corrosión y calidad del agua. Acciones preventivas

Una caldera de agua caliente de biomasa en que se usan agua y combustible adecuados y en la que se van haciendo los mantenimientos preventivos preceptivos, ha de tener una esperanza de vida de alrededor de 20 años.

El principal factor de riesgo al que se enfrentarán horno y caldera será la posibilidad de corrosión y ésta puede venir dada por los dos lados del tubo: el que está en contacto con el fuego y el que está en contacto con el agua.

La mayoría de las veces la corrosión, éstas se ha originado por el lado del agua.

Normalmente se han de considerar los siguientes valores

- Acidez (indicada por el pH)
- Oxígeno disuelto
- Dureza

Siendo los dos primeros, en el caso de calderas de agua caliente con circuito cerrado, los más importantes.

Los valores típicos requeridos son los siguientes:

- Dureza mínima: 0,2 °hf
- Valor de pH: 9,5 - 10
- Alcalinidad: 2 – 4
- O<sub>2</sub> <0,02 mg/

Existen, aparte de la corrosión ácida y oxigénica, otros tipos de corrosión posible, por ejemplo, la provocada por la electrólisis del agua, que puede tener lugar cuando circulan por la caldera y las tuberías corrientes eléctricas. En estos casos, se pueden utilizar ánodos de sacrificio para paliar el problema. Se trata básicamente de unas varas de un metal blando que es atacado por la electrólisis antes que el acero y que actúa no sólo como metal sacrificado para evitar la corrosión del acero, sino como delatador del problema y así poder actuar y buscar la fuente eléctrica interferente

Por otro lado, el análisis elemental del biocombustible es necesario cuando éste es desconocido. Por ejemplo, se deberían rechazar biocombustibles que mostraran un

contenido en azufre elevado ya que, fácilmente, habrá partes, a la entrada del biocombustible en el horno, donde puede llegar a haber condensación y, por tanto, la producción de ácido sería real.

# 2. PLANOS



# 3. CÁLCULOS

### 3.1. CONDICIONES EXTERIORES E INTERIORES DE CÁLCULO

Localización: Villamuriel de Cerrato (Palencia)

- Latitud: 41° 56' 52" N
- Altitud: 727 m

Temperaturas de partida:

- Temperatura exterior: .....-3,6 °C
- Temperatura interior:.....21°C
- Temperatura del terreno:.....3°C
- Locales no calefactados:.....8°C

### 3.2. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

El “Hogar de la Tercera Edad” está dividido en 14 dependencias, que son las siguientes:

- Vestíbulo
- Cuarto de Instalaciones
- Pasillo
- Despacho 1
- Despacho 2
- Sala Multiusos
- Aseo de Señoras
- Aseo de Caballeros
- Sala de calderas
- Cocina
- Salón de Ocio
- Sala de Ordenadores
- Terraza
- Cuarto de mantenimiento

### 3.3. PÉRDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN

En edificios no residenciales el RITE nos remite a la Norma UNE EN 13.779: 2.005 “Ventilación de los Edificios no Residenciales. Requisitos de Prestaciones de los Sistemas de Ventilación y Acondicionamiento de los Recintos”.

La finalidad de un sistema de ventilación es evitar elevadas concentraciones de contaminantes que pueden tener efectos en la salud y el entorno de los ciudadanos, como consecuencia de respirar aire de baja calidad. La normativa actual, tanto CTE, como RITE, tiene como objeto prioritario la mejora de la calidad del aire, junto con la mejora de los sistemas de climatización, para que sean más eficientes, de menor consumo y emisiones tóxicas a la atmósfera

Respecto a la calidad del aire interior el RITE establece 4 categorías, denominadas IDA, en función del uso de los locales.

**Tabla 38. IDA en función del uso de locales**

<b>Categoría</b>	<b>Calidad</b>	<b>Uso</b>
<b>IDA 1</b>	Óptima	Guarderías.
<b>IDA 2</b>	Buena	Oficinas, aulas, museos, residencias de ancianos y estudiantes (locales comunes), salas lectura y piscinas.
<b>IDA 3</b>	Media	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones hotel, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios y salas de ordenadores.
<b>IDA 4</b>	Baja	

Para garantizar la calidad del aire interior, el caudal de aire exterior de ventilación necesario se calcula mediante los siguientes métodos.

- ❖ **Método indirecto de caudal de aire exterior por persona**, de acuerdo con la Tabla 39.

**Tabla 39. IDA en función del volumen ocupado por cada persona**

<b>Categoría</b>	<b>dm<sup>3</sup>/s persona</b>	<b>m<sup>3</sup>/h persona</b>
<b>IDA 1</b>	20	72
<b>IDA 2</b>	12,5	45
<b>IDA 3</b>	8	29
<b>IDA 4</b>	5	18

Para el cálculo del número de personas, en ausencia de datos reales, se recurre a la Tabla 40:

**Tabla 40. Hipótesis de diseño por superficie de suelo por persona (m<sup>2</sup>/persona)**

<b>Tipo Uso</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Valor Típico</b>
<b>Oficinas panorámicas</b>	7 a 20	12
<b>Oficina pequeña</b>	8 a 12	10
<b>Sala Reuniones</b>	2 a 5	3
<b>Centro Comercial</b>	3 a 8	4
<b>Aula</b>	2 a 5	2,5
<b>Habitación Hotel</b>	5 a 20	10
<b>Restaurante</b>	1,2 a 5	1,5

Con estos datos se procede al cálculo de los caudales de ventilación de las diferentes dependencias.

Se dispone de 5 locales de admisión y 3 de extracción.

El Salón de Ocio tiene una superficie de 202,24 m<sup>2</sup>, se recurre a la (Tabla 40) anteriormente mencionada como uso le otorgaremos “Sala Reuniones” y por ello obtenemos como valor (3m<sup>2</sup>/persona).

$$\frac{202,24m^2}{3 \frac{m^2}{persona}} = 67 \text{ personas}$$

Respecto a la calidad del aire interior se escoge IDA 3 (Tabla 39), por tanto 29 m<sup>3</sup>/h por persona (Tabla 39) y se obtiene como caudal total **1955 m<sup>3</sup>/ h.**

Se continúa realizando el proceso de la misma manera para las 4 dependencias de admisión restantes.

Los resultados obtenidos se exponen en la siguiente Tabla 41.

**Tabla 41. Admisión de aire de cada dependencia en el Hogar de la Tercera Edad**

ADMISIÓN DE AIRE			
Local	Personas	Caudal por persona (m <sup>3</sup> /h)	Caudal total
Salón de Ocio	67	29	1.955
Sala Multiusos	33	29	964
Despacho 1	2	18	36
Despacho 2	4	18	72
Sala de Ordenadores	10	18	180
<b>TOTAL</b>			<b>3.207</b>

Habrá que tener en cuenta sólo las pérdidas de ventilación que se producen en los locales de admisión de aire, ya que los locales de extracción no tendrán pérdidas por ventilación, ya que el aire que circula a través de ellos ha sido tratado térmicamente en los locales de admisión.

### 3.3.1. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN

Las perdidas térmicas por ventilación las calcularemos según la siguiente expresión:

$$Q = C \cdot Pe \cdot Ce \cdot \Delta T \text{ (Kcal/h)}$$

Donde:

Q: Pérdidas por ventilación, en Kcal/h, o, W, según las unidades del calor específico.

C: Caudal de aire (m<sup>3</sup>/h)

Pe: Peso específico del aire seco (1,204 Kg/m<sup>3</sup> a 10°C)

Ce: Calor específico del aire, 0,24 Kcal/Kg°C

ΔT: Salto térmico, diferencia de temperaturas interior y exterior

A continuación se resumen en la Tabla 42 las pérdidas por ventilación de cada una de las dependencias del edificio a calefactar.

**Tabla 42. Pérdidas por ventilación de cada dependencia en el Hogar de la Tercera Edad**

PERDIDAS POR VENTILACIÓN					
Dependencia	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	ΔT (°C)	Pérdidas (Kcal)/h
Salón de Ocio	202,24	606,72	1.955	25	14.123
Vestíbulo	43,34	130,02	0	25	0
Cocina	24,10	72,30	0	25	0
Cuarto de instalaciones	6,90	20,70	0	25	0
Pasillo	84,70	254,10	0	25	0
Aseo Caballeros	13,22	39,66	0	25	0
Aseo Señoras	16,20	48,60	0	25	0
Mantenimiento	3,20	9,60	0	25	0
Sala Multiuso	99,74	299,22	964	25	6.964
Despacho 1	16,10	48,30	36	25	260
Despacho 2	20,12	60,36	72	25	520
Sala de Ordenadores	18,70	56,10	180	25	1.300
<b>TOTAL</b>			3.207		<b>23.167</b>

### 3.4. PÉRDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR

Las pérdidas térmicas por transmisión las calcularemos según la siguiente expresión:

$$Q = S.K.\Delta T \text{ (Kcal/h)}$$

Donde:

S: Superficie en m<sup>2</sup>

K: Coeficiente de transmisión de calor en Kcal/hm<sup>2</sup>°C

ΔT: Diferencia de temperaturas interior y exterior

#### 3.4.1. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS

Los coeficientes de transmisión térmica parciales (K), de cada uno de los cerramientos, se expresarán en Kcal/h.m<sup>2</sup>.°C. Atendiendo al Código Técnico de la Edificación por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, el coeficiente de transmisión térmica se define como el flujo de calor por unidad de superficie y por grado de diferencia de temperatura entre dos ambientes, considerando el cerramiento de separación también de caras isotermas.

Se calculará por la expresión:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{he}}$$

Donde:

e = espesor

λ = transmisión térmica

Y se calcularán los coeficientes de transmisión térmica correspondientes a cada muro y pared del edificio.

Para el cálculo del coeficiente de transmisión de calor se necesita calcular la relación  $R = e / \lambda$  de cada capa de la pared o muro y a continuación sumarlos en la expresión de arriba indicada.

### 3.4.2. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS

#### 3.4.2.1. MUROS MEDIANEROS

Compuestos por ladrillo macizo a ½ asta y enfoscado con mortero hidrófugo por su cara interior, seguido de una manta de aislante térmico acústico de 6 cm y por último en su hoja interior ladrillo hueco sencillo de 4 cm de espesor con enlucido de yeso.

- Ladrillo macizo a ½ asta:

$$R1 = \frac{0,12 \text{ m}}{0,65 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 0,16 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

- Enfoscado de mortero hidrófugo:

$$R2 = \frac{0,02 \text{ m}}{1,2 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 0,0166 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

- Enlucido de yeso:

$$R3 = \frac{0,005 \text{ m}}{0,26 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 0,0194 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

- Ladrillo hueco sencillo:

$$R4 = \frac{0,04 \text{ m}}{0,42 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 0,095 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

- Aislamiento térmico acústico de 6 cm:

$$R5 = \frac{0,06 \text{ m}}{0,049 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 1,224 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

Y a continuación tomando los valores de  $h_i$  y  $h_e$  que nos proporciona la norma se obtiene:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{h_e}}$$

$$K = \frac{1}{0,13 + 0,16 + 0,016 + 0,0194 + 0,095 + 1,224 + 0,07} = 0,58 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}}$$

Por tanto el muro interior tendrá un coeficiente de transmisión de **0,58**  $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}}$

#### 3.4.2.2. MUROS CERRAMIENTO EXTERIOR

Compuestos de un pie de ladrillo macizo de cara vista en su hoja exterior, seguido de un enfoscado con mortero hidrófugo. Seguidamente irá un aislamiento térmico acústico de espesor 6 cm, y con una hoja interior de ladrillo hueco doble de 7 cm de espesor y enlucido de yeso.

- Ladrillo macizo de cara vista:

$$R_1 = \frac{0,12 \text{ m}}{0,75 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 0,16 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

- Ladrillo hueco doble:

$$R_2 = \frac{0,07 \text{ m}}{0,42 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 0,17 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

- Aislamiento térmico acústico de 6 cm:

$$R_3 = \frac{0,06 \text{ m}}{0,049 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 1,224 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

- Enfoscado de mortero hidrófugo:

$$R4 = \frac{0,02 \text{ m}}{1,2 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 0,0166 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

- Enlucido de yeso:

$$R5 = \frac{0,005 \text{ m}}{0,26 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^\circ\text{C}}} = 0,0194 \frac{\text{m}^2 \text{ h }^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$$

Los valores de  $1/h_i$  y  $1/h_e$  se expresan en las tablas de CTE.

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + \frac{1}{h_e}}$$

$$K = \frac{1}{0,13 + 0,16 + 0,17 + 1,224 + 0,0166 + 0,0194 + 0,07} = 0,558 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$$

Por tanto el muro exterior tendrá un coeficiente de transmisión de **0,558**  $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$

#### 3.4.2.3. TECHO Y SUELO

Formado a base de forjado de viguetas de hormigón, bovedilla cerámica, capa de compresión de hormigón, armaduras, etc. con un canto total de 35 cm. Por encima del forjado se colocará falso techo de escayola en placas aisladas de espesor 20 mm, quedando una cámara de aire de espesor 7 cm.

##### *Forjado*

Según el Código Técnico en el Documento Básico SE.

Según esta se obtiene una  $R = 0,60 \frac{m^2 h \text{ } ^\circ C}{Kcal}$

#### Placa de escayola

$$R1 = \frac{0,04 m}{0,16 \frac{Kcal}{hm^\circ C}} = 0,25 \frac{m^2 h \text{ } ^\circ C}{Kcal}$$

- Para el caso del suelo se obtienen unos valores de  $1/h_i = 0,11$  y  $1/h_e = 0,11 \frac{m^2 h \text{ } ^\circ C}{Kcal}$

Se obtienen unos valores de:

$$K = \frac{1}{0,11 + 0,6 + 0,25 + 0,08 + 0,11} = 0,86 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$$

- Para el caso del techo se obtienen unos valores de  $1/h_i = 0,22$  y  $1/h_e = 0,22 \frac{m^2 h \text{ } ^\circ C}{Kcal}$

Se obtienen unos valores de:

$$K = \frac{1}{0,22 + 0,6 + 0,25 + 0,08 + 0,22} = 0,6 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$$

Por tanto el suelo tendrá un coeficiente de transmisión de  **$0,86 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$**

Por tanto el techo tendrá un coeficiente de transmisión de  **$0,6 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$**

#### 3.4.2.4. VENTANAS Y PUERTAS

Valores de K según la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79 (CONDICIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS).

### *Ventanas*

Formadas por acristalamiento doble, espesor nominal de la cámara de aire de 9 mm y carpintería metálica.

$$K=3,4 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$$

### *Puertas*

#### *Puertas exteriores de vidrio*

Puertas metálicas con acristalamiento doble y cámara de 6 mm, con un 30-70% de vidrio sobre la superficie de la puerta.

$$K=4,1 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$$

#### *Puerta exterior metálica*

Puerta metálica opaca.

$$K=5 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$$

### **3.4.3. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR**

Por otro lado para el cálculo de las pérdidas por transmisión de calor se han de seleccionar las distintas temperaturas con las que se va a trabajar. Atendiendo al apartado de la ITE-02.2 del RITE, no se calefactarán los locales que no sean habitados normalmente, tales como garajes, trasteros, huecos de escalera, cuartos de servicio, etc.

El valor de la temperatura interior se seleccionará entre 21 y 23 °C, que es el rango que determina el RITE para las condiciones de cálculo estándar.

La temperatura exterior se obtendrá de la guía de condiciones climáticas, la cual recoge datos procedentes de las 104 estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología que tienen registros horarios para un periodo mínimo de 10 años (Observatorio Meteorológico de (Autilla del Pino) (PALENCIA)).

**Tabla 43. Condiciones Proyecto Calefacción (Temperatura seca exterior mínima)**

TSMIN(°C)	TS_99,6(°C)	TS_99(°C)
-10,2	-4,9	-3,6

- $T_{s_{min}}$ , es la temperatura exterior mínima observada en la localidad en el periodo observado.
- $T_{s_{99,6}}$  ofrece la temperatura de - 4,9°C para un nivel de percentil de 99,6%, que significa que 99,6% de las horas del invierno la temperatura exterior es superior a -4,9°C, o sea, que queda un 0,4% de las horas del invierno que se pueden tener temperaturas inferiores como - 5°C, - 5,5°C o incluso - 10°C. Ese es el margen que cubre perfectamente las necesidades de los locales a climatizar, pues no se puede diseñar la instalación de climatización para - 10°C por que la temperatura disminuyera hasta este valor por unos minutos.
- $T_{s_{99}}$ , ofrece el dato de - 3,6°C aproximadamente - 4°C que será la temperatura normal de diseño para la mayor parte de edificios.

Este será el dato de temperatura que se toma para elegir la temperatura exterior de los cerramientos exteriores (muro exterior), - 4°C.

Para el cálculo de la temperatura del terreno se precisa de la siguiente Tabla 44 también recogida de la Agencia Estatal de Meteorología.

**Tabla 44. Valores medios mensuales de temperatura**

Mes	TA(°C)
<b>Enero</b>	2,7
<b>Febrero</b>	4,2
<b>Marzo</b>	7,3
<b>Abril</b>	8,5
<b>Mayo</b>	12,6
<b>Junio</b>	18,1
<b>Julio</b>	19,5
<b>Agosto</b>	19,6
<b>Septiembre</b>	16,4
<b>Octubre</b>	11,7
<b>Noviembre</b>	5,8
<b>Diciembre</b>	3,2

- $T_{\text{terr}}$  es la temperatura del terreno medida a un nivel de 20 cm. Su valor está relacionado con TA. En el caso de la estación meteorológica de Palencia, no ofrece este dato y por tanto se calcula en función de TA y en base a la siguiente expresión.

$$T_{\text{terr}} = 0,0068 TA^2 + 0,963 TA + 0,6865$$

Para nuestro caso que la TA media del mes de enero son 2,7°C, se obtiene una temperatura del terreno de:

$$T_{\text{terr}} = 0,0068 \times 2,7^2 + 0,963 \times 2,7 + 0,6865 = \mathbf{3,3^\circ\text{C}}$$

La temperatura de los locales no calefactados (LNC) se puede estimar en función de la temperatura exterior realizando la siguiente aproximación:

**Tabla 45. Aproximación de la temperatura**

<b>Temperatura Exterior</b>	-4°C	0°C	+4°C
<b>Temperatura LNC</b>	8°C	12°C	16°C

Por tanto, las temperaturas de diseño serán:

- Temperatura ambiente: 21°C
- Temperatura exterior: -4°C
- Temperatura del terreno: 3°C
- Temperatura de los locales no calefactados: 8°C

Se ha de comenzar el cálculo de las pérdidas por transmisión de cada una de las dependencias en base a los coeficientes de transmisión anteriormente calculados. (Tabla 46).

**Tabla 46. Coeficientes de transmisión de cada dependencia del Hogar de la Tercera Edad**

<b>COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN</b>	
<b>Cerramiento</b>	<b>Kcal/m<sup>2</sup>h°C</b>
<b>Muro exterior</b>	0,558
<b>Muro interior</b>	0,58
<b>Ventanas</b>	3,40
<b>Puerta metálica</b>	5
<b>Puerta cristal</b>	4,10
<b>Suelo</b>	0,86
<b>Techo</b>	0,60

Se comienza con el Salón de Ocio y se prosigue con las demás dependencias de (Este a Oeste).

**Tabla 47. Pérdidas por transmisión de calor en el salón de ocio**

<b>SALÓN DE OCIO</b>								
<b>PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS</b>								
<b>CERRAMIENTO</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Deducir</b>	<b>Superficie Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K(Kcal/m<sup>2</sup>h°C)</b>	<b>ΔT (°C)</b>	<b>Pérdidas</b>
<b>Muro exterior</b>	4,35	54,75	238,16	50,74	187,42	0,558	25	2.614,50
<b>Puertas</b>	2,05	3,35	6,87		6,87	4,10	25	703,90
<b>Ventanas</b>	1,50	29,25	43,87		43,87	3,40	25	3.729,40
<b>Suelo</b>			202,24		202,24	0,86	18	3.072,20
<b>Techo</b>			202,24		202,24	0,60	25	3.033,60
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>13.153,60</b>

**Tabla 48. Pérdidas por transmisión de calor en el vestíbulo**

VESTIBULO								
PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS								
CERRAMIENTO	Altura (m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducir	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	K(Kcal/m <sup>2</sup> h°C)	ΔT (°C)	Pérdidas
Puertas	2,05	1,75	3,59		3,59	4,10	25	367,70
Ventanas	2,05	7,70	15,78		15,78	3,40	25	1341,70
Suelo			43,34		43,34	0,86	18	658,40
Techo			43,34		43,34	0,60	25	650,10
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>3.017,90</b>

**Tabla 49. Pérdidas por transmisión de calor en la cocina**

COCINA								
PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS								
CERRAMIENTO	Altura (m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducir	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	K(Kcal/m <sup>2</sup> h°C)	ΔT (°C)	Pérdidas
Muro exterior	4,35	8,15	35,45	3,49	31,96	0,558	25	445,80
Puertas	2,05	0,90	1,84		1,84	4,10	25	189,10
Ventanas	1	1,65	1,65		1,65	3,40	25	140,30
Suelo			24,10		24,10	0,86	18	366,10
Techo			24,10		24,10	0,60	25	361,50
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>1.502,80</b>

**Tabla 50. Pérdidas por transmisión de calor en el cuarto de instalaciones**

CUARTO DE INSTALACIONES								
PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS								
CERRAMIENTO	Altura (m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducir	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	K(Kcal/m <sup>2</sup> h°C)	ΔT (°C)	Pérdidas
Suelo			6,90		6,90	0,86	18	104,80
Techo			6,90		6,90	0,60	25	103,50
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>208,30</b>

**Tabla 51. Pérdidas por transmisión de calor en el cuarto de mantenimiento**

<b>MANTENIMIENTO</b>						
<b>PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS</b>						
<b>CERRAMIENTO</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Deducir</b>	<b>Superficie Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K(Kcal/m<sup>2</sup>h°C)</b>	<b>ΔT (°C)</b>	<b>Pérdidas</b>
<b>Suelo</b>	3,20		3,20	0,86	18	48,60
<b>Techo</b>	3,20		3,20	0,60	25	48,00
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>						<b>96,60</b>

**Tabla 52. Pérdidas por transmisión de calor en el pasillo**

<b>PASILLO</b>								
<b>PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS</b>								
<b>CERRAMIENTO</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Deducir</b>	<b>Superficie Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K(Kcal/m<sup>2</sup>h°C)</b>	<b>ΔT (°C)</b>	<b>Pérdidas</b>
<b>Muro exterior</b>	4,35	28,35	123,32	2,60	120,72	0,558	25	1684,10
<b>Ventanas</b>	2	1,30	2,60		2,60	3,40	25	221,00
<b>Suelo</b>			84,70		84,70	0,86	18	1286,70
<b>Techo</b>			84,70		84,70	0,60	25	1270,50
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>4.462,20</b>

**Tabla 53. Pérdidas por transmisión de calor en el aseo de caballeros**

<b>ASEO CABALLEROS</b>								
<b>PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS</b>								
<b>CERRAMIENTO</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Deducir</b>	<b>Superficie Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K(Kcal/m<sup>2</sup>h°C)</b>	<b>ΔT (°C)</b>	<b>Pérdidas</b>
<b>Muro exterior</b>	4,35	4	17,40	1,20	16,20	0,558	25	226,00
<b>Ventanas</b>	0,60	2	1,20		1,20	3,40	25	102,00
<b>Suelo</b>			13,22		13,22	0,86	18	200,80
<b>Techo</b>			13,22		13,22	0,60	25	198,30
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>727,10</b>

**Tabla 54. Pérdidas por transmisión de calor en el aseo de señoras**

<b>ASEO SEÑORAS</b>								
<b>PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS</b>								
<b>CERRAMIENTO</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Deducir</b>	<b>Superficie Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K(Kcal/m<sup>2</sup>h°C)</b>	<b>ΔT (°C)</b>	<b>Pérdidas</b>
<b>Muro interior</b>	4,35	4	17,40		17,40	0,58	13	131,20
<b>Suelo</b>			16,20		16,20	0,86	18	246,10
<b>Techo</b>			16,20		16,20	0,60	25	243,00
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>620,30</b>

**Tabla 55. Pérdidas por transmisión de calor en la sala multiusos**

SALA MULTIUSOS								
PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS								
CERRAMIENTO	Altura (m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducir	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	K(Kcal/m <sup>2</sup> h°C)	ΔT (°C)	Pérdidas
Muro exterior	6,35	12,20	77,47	20,12	57,34	0,558	25	800,00
Muro interior	4,35	4,15	18,05		18,05	0,58	13	136,10
Ventanas	1,75	11,50	20,12		20,12	3,40	25	1710,60
Suelo			99,74		99,74	0,86	18	1515,10
Techo			99,74		99,74	0,60	25	1496,10
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>5.657,90</b>

**Tabla 56. Pérdidas por transmisión de calor en el despacho 1**

DESPACHO 1								
PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS								
CERRAMIENTO	Altura (m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducir	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	K(Kcal/m <sup>2</sup> h°C)	ΔT (°C)	Pérdidas
Muro exterior	4,35	7,95	34,58	2,68	31,90	0,558	25	445,01
Ventanas	1,85	1,45	2,68		2,68	3,40	25	228,01
Suelo			16,10		16,10	0,86	18	244,57
Techo			16,10		16,10	0,60	25	241,50
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>1.159,10</b>

**Tabla 57. Pérdidas por transmisión de calor en el despacho 2**

DESPACHO 2								
PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR ATRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS								
CERRAMIENTO	Altura (m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducir	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	K(Kcal/m <sup>2</sup> h°C)	ΔT (°C)	Pérdidas
Muro exterior	4,35	5,90	25,66	12,09	13,57	0,558	25	189,30
Ventanas	2,05	5,90	12,09		12,09	3,40	25	1028,10
Suelo			20,12		20,12	0,86	18	305,60
Techo			20,12		20,12	0,60	25	301,80
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>1.824,80</b>

**Tabla 58. Pérdidas por transmisión de calor en la sala de ordenadores**

SALA DE ORDENADORES								
PERDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS								
CERRAMIENTO	Altura (m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Deducir	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	K (Kcal/m <sup>2</sup> h°C)	ΔT (°C)	Pérdidas
Muro exterior	4,35	13,50	58,72	3,48	55,24	0,558	25	770,60
Puerta	2,05	1,70	3,48		3,48	5	25	435,60
Suelo			18,70		18,70	0,86	18	284,10
Techo			18,70		18,70	0,6	25	280,50
<b>Pérdidas totales por transmisión</b>								<b>1.770,80</b>

### 3.5. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA TOTAL

Una vez calculadas tanto las pérdidas por transmisión como por ventilación, se sumarán para obtener la carga térmica total (Tabla 59).

**Tabla 59. Cargas térmicas totales**

CARGAS TÉRMICAS TOTALES			
Dependencia	Pérdidas Transmisión (Kcal/h)	Pérdidas Infiltración (Kcal/h)	TOTAL (Kcal/h)
Salón de Ocio	13.154	14.123	27.277
Vestíbulo	3.018	0	3.018
Cocina	1.503	0	1.503
Cuarto de instalaciones	208	0	208
Pasillo	4.462	0	4.462
Aseo Caballeros	727	0	727
Aseo Señoras	620	0	620
Mantenimiento	97	0	97
Sala Multiuso	5.658	6.964	12.622
Despacho 1	1.159	260	1.419
Despacho 2	1.825	520	2.345
Sala de Ordenadores	1.771	1.300	3.071
<b>TOTAL</b>	<b>34.202</b>	<b>23.167</b>	<b>57.369</b>

### 3.5.1. CÁLCULO DE SUPLEMENTOS

Tanto en la realización de los cálculos de pérdidas de calor por transmisión como por ventilación es posible cometer errores, para evitarlos se deben aplicar unos coeficientes de seguridad que eviten esta posibilidad.

Se aplican suplementos por:

- Orientación: este suplemento corrige la temperatura exterior según la orientación del recinto, pues no es la misma temperatura exterior en una fachada con orientación norte, o, sur.

Se suelen elegir los siguientes suplementos:

- Por zona exterior al norte: un 10%.
- Por zona exterior este/oeste: un 5%.
- Por zona exterior sur, o interior: un 0%.
- Por intermitencia de uso: si una instalación no tiene un funcionamiento continuo se debe aplicar este suplemento para disponer de una potencia adicional que compense el tiempo que la instalación no ha estado en funcionamiento, y poder calentar con rapidez los distintos recintos. Se considera en función del tiempo que ha estado sin funcionar la instalación:
  - Por reducción de temperatura nocturna: un 5%
  - Por parada de la instalación de 7 a 9 horas: un 10%
  - Por parada de más de 12 horas: a considerar entre un 20 y un 30%.
  - Por dos, o más cerramientos al exterior. Al tener varios cerramientos al exterior aumenta tanto la superficie como la posibilidad de discontinuidades en los cerramientos exteriores que aumentarían las pérdidas. Para evitar estos posibles efectos se aplica, si hay 2, o, más cerramientos al exterior un 10%.

Los suplementos que se han elegido en los cálculos han sido considerados por nosotros, ya que son criterios a adoptar para evitar posibles errores, siendo nuestra responsabilidad aplicarlos correctamente, ya que no están regulados en el RITE los valores a aplicar.

Si en un recinto hay posibilidad de aplicar dos o más suplementos, se sumaran todos los suplementos y se le aplicaran a las pérdidas totales del recinto (pérdidas por transmisión más pérdidas por ventilación).

Por tanto las pérdidas de carga totales aplicando los suplementos pertinentes son:

**Tabla 60. Carga térmica total resultante aplicados los suplementos**

DEPENDENCIA	ORIENTACIÓN	INTERMITENCIA	DOS O MAS CERR	SUMA SUPL	PÉRDIDAS	TOTAL (Kcal/h)
Salón de Ocio	0,10	0,10	0,10	1,30	27.277	35.459
Vestíbulo	0,10	0,10	0,10	1,30	3.018	3.923
Cocina		0,10		1,10	1.503	1.653
Cuarto de instalaciones		0,10		1,10	208	229
Pasillo	0,10	0,10		1,20	4.462	5.355
Aseo Caballeros		0,10		1,10	727	800
Aseo Señoras		0,10		1,10	620	682
Mantenimiento		0,10		1,10	97	106
Sala Multiuso		0,10		1,10	12.622	13.884
Despacho 1	0,10	0,10		1,20	1.419	1.703
Despacho 2		0,10		1,10	2.345	2.579
Sala de Ordenadores	0,15	0,10	0,10	1,35	3.071	4.146
<b>TOTAL</b>						<b>70.521</b>

La carga térmica total resultante del “Hogar de la Tercera Edad” es de:

$$70.521 \text{ Kcal/h} = 82 \text{ KW}$$

### 3.6. DIMENSIONADO DE LA CALDERA

**Tabla 61. Dimensionado de la caldera**

	<b>Kcal/h</b>
<b>PÉRDIDAS CALCULADAS</b>	70.521
<b>POTENCIA INSTALADA</b> (La caldera elegida tiene un rendimiento del 95%).	74.232,2
<b>PÉRDIDAS DE CALOR</b> (Tuberías, caldera, etc...); (3% de la potencia instalada)	2.227
<b>NECESIDADES TOTALES</b>	76.459,2
<b>POTENCIA CALDERA</b> (Necesidades totales + 10% ACS)	<b>84.105</b>

**POTENCIA DE LA CALDERA = 84.105 Kcal/h = 98 KW**

Por tanto se concluye que la potencia de la caldera a instalar será de 98 kW.

# 4. PRESUPUESTO

#### 4.1. PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
HSV100sLS aug	HSV 100S WTH 100 Aspiración. Potencia 28-100 kW. Caldera Pellets con sistema de aspiración. Control lambda. Limpieza automática.	1	19.015,00 €	19.015,00 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
LA/P	Sistema de control con sonda lambda según Temp Exterior LA para Caldera de Pellets 9 – 200 kW. Control y programación independiente hasta 2 circuitos de calefacción con mezcladoras y 2 de ACS.	1	434,50 €	434,50 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
HKF	Sonda para circuito de calefacción - sonda de contacto. Necesaria una sonda por cada circuito de calefacción.	4	37,13 €	148,52 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
bf	Sonda ACS.	1	37,13 €	37,13 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
hkm	Módulo HKM para ampliación de centralita de control LA. Control de 2 circuitos de calefacción con mezcladora y 2 de ACS adicionales. Conexión CANBUS.	1	529,30 €	529,30 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
psp4	Lógica para control de depósito de inercia PSP4. Incluye 2 sondas para el acumulador y lógica para la carga del acumulador.	1	252,80 €	252,80 €

Sustitución de una caldera de gasóleo por una de biomasa

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
fr25	Sonda de temperatura interior. Incluye regulación +- 3 °C e indicación de aviso en caldera. Modelo FR25.	4	90,85 €	363,40 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
RAS300	Sistema de alimentación RAS 300.Tornillo sinfín para colocación en silo de 3 m. Válido para silos de longitud 2,8 a 3,3 m. Incluye conexión a mangueras de aspiración.	1	1264,00 €	1264,00 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
ebs	Boca de llenado recta Ø100x500mm.	2	72,68 €	145,36 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
psm	Alfombrilla protectora de pellets.	2	21,33 €	42,66 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
ts-set2	Kit 2 para escotilla de acceso. Incluye 2 carriles para puerta 2 m, escotilla de control, 9 uds. De tableros de protección y material de fijación.	1	175,38 €	175,38 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
ssr	Tubo de aspiración de 6 m.	15	11,06 €	165,90 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
SP2000	Acumulador de inercia HARGASSNER SP2000.	1	1935,50 €	1935,50 €

Sustitución de una caldera de gasóleo por una de biomasa

---

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
HG3VBC100	Conjunto hidráulico para circuito primario. Incluye bomba de circulación para circuito caldera depósito de inercia, válvulas de tres vías, accionadores para válvulas y válvula de seguridad anticondensados. Para calderas de hasta 120 kW.	1	671,50 €	671,50 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
ACS200	Depósito de acero inoxidable para acumulación de ACS. Volumen 200 l.	1	655,70 €	655,70 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
VS97	Válvula de seguridad térmica tarada a 97 °C para Intercambiador de emergencia.	1	75,05 €	75,05 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
RT200	Regulador de tiro diámetro 200 para montaje en conducto de salida de humos.	1	154,05 €	154,05 €

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UD	IMPORTE
CCHE250	CONEXIÓN A CHIMENEA EXISTENTE (MATERIAL ESPECIAL BIOMASA) Chimenea modular aislada de doble pared con aislamiento alta densidad y 25 mm de espesor. Pared interior AISI 316L (compatible con Biomasa) y pared exterior Inox AISI 304. D. 250 mm.	1	592,50 €	592,50 €

TOTAL ACCESORIOS (CALDERA E HIDRÁULICA).....26.658,25 €

TRANSPORTE.....1.250,00 €

PUESTA EN MARCHA.....260,00 €

DESMONTAJE DE CALDERA Y DEPÓSITO ACTUAL, E INSTALACIÓN

(INCLUIDO ALBAÑILERÍA).....2.500,00 €

PROYECTO DE INSTALACIÓN Y TRÁMITES DE LEGALIZACION.....	1.100,00 €
TOTAL EJECUCIÓN.....	31.768,25 €
13,00 % GASTOS GENERALES.....	4.129,87 €
6,00 % BENEFICIO INDUSTRIAL.....	906,10 €
IVA (21%).....	7.938,89 €
<b>TOTAL.....</b>	<b>45.743,11€</b>

**El presupuesto asciende a la cantidad de CUARENTA Y CINCO  
MIL SETECIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con ONCE  
CÉNTIMOS.**

COSTE DE LA INSTALACIÓN (SIN IVA).....	37.804,00 €
SUBVENCIÓN POR INSTALACIÓN DE CALDERA DE BIOMASA (30%).....	11.341,27 €
<b>TOTAL.....</b>	<b>45.743,11 €</b>
<b>TOTAL DESCONTANDO SUBVENCIÓN.....</b>	<b>34.401,84 €</b>

**El presupuesto aplicando la subvención asciende a la cantidad  
de TREINTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS UN EUROS con  
OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.**

# 5. PLIEGO DE CONDICIONES

**PLIEGO PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE OBRA DE "SUSTITUCIÓN DE UNA CALDERA DE GASÓLEO POR UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL HOGAR DE LA TERCERA EDAD DE VILLAMURIEL DE CERRATO"**

**5.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**

**5.1.1. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones, indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Director de Obra.

Las reclamaciones que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Contratista, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Contratista podrá solicitar del Director de Obra, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

**5.1.2. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

Las reclamaciones que el Contratista quiera realizar contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Director de Obra, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones de los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de

orden técnico del Director de Obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

### **5.1.3. FALTAS DE PERSONAL**

El Director de Obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá solicitar al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **5.1.4. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### **5.1.5. ORDEN DE LOS TRABAJOS**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, considere conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### **5.1.6. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **5.1.7. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director de Obra en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para cualquier obra de carácter urgente.

#### **5.1.8. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **5.1.9. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRAS**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### **5.1.10. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de Obra al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias.

#### **5.1.11. OBRAS OCULTAS**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de la obra se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Director de Obra; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### **5.1.12. TRABAJOS DEFECTUOSOS**

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales

empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Director de Obra, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

### **5.1.13. VICIOS OCULTOS**

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente.

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Director de Obra una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **5.1.14. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS**

A petición del Director de Obra, el Contratista le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### **5.1.15. MATERIALES NO UTILIZABLES**

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Director de Obra.

#### **5.1.16. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### **5.1.17. LIMPIEZA DE LAS OBRAS**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

#### **5.1.18. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES**

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las

instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos.

Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se dará al Contratista las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

### 5.1.19. EMPRESA INSTALADORA

El montaje de las instalaciones sujetas a este Reglamento deberá ser ejecutado por una empresa registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE11.

La empresa instaladora seguirá estrictamente los criterios expuestos en los documentos del proyecto de la instalación.

La empresa instaladora deberá efectuar dibujos detallados de equipos, aparatos, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación. Los planos de detalle podrán ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del equipo o aparato.

#### **Acopio de materiales**

La empresa instaladora ira almacenando en lugar establecido de antemano todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales procederán de fábrica convenientemente embalados al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.

Cuando el transporte se realice por mar, los materiales llevaran un embalaje especial, así como las protecciones necesarias para evitar toda posibilidad de corrosión marina.

Los embalajes de los componentes pesados o voluminosos dispondrán de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con la debida seguridad y corrección.

Externamente al embalaje y en lugar visible se colocaran etiquetas que indiquen inequívocamente el material contenido en su interior.

A la llegada de la obra se comprobara que las características técnicas de todos los materiales corresponden con las especificadas en proyecto.

### **Replanteo**

Antes de comenzar los trabajos de montaje la empresa instaladora deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación del director de la instalación.

### **Cooperación con otros contratistas**

La empresa instaladora deberá cooperar plenamente con los otros contratistas, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

### **Protección**

Durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados, se deberán proteger todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos.....

Si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, estas deberán recubrirse con pinturas antioxidantes, grasas o aceites que deberán ser eliminados en el momento del acoplamiento. Especial cuidado se tendrá hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida..., que deberán quedar especialmente protegidos.

### **Limpieza**

Durante el curso del montaje de las instalaciones se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos y materiales aislantes....

Asimismo, al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control, cuadros eléctricos..., dejándolos en perfecto estado.

### **Ruidos y vibraciones**

Toda la instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos en este reglamento.

Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración deben adecuarse a las recomendaciones del fabricante del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en proyecto.

### **Accesibilidad**

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, particularmente cuando cumpla funciones de seguridad.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento deben situarse en emplazamientos que permitan la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.

Para aquellos equipos dotados de válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control...que, por alguna razón, deban quedar ocultos, se preverá un sistema de acceso fácil por medio de puertas, mamparas, paneles u otros elementos. La situación exacta de estos elementos de acceso será suministrada durante la fase de montaje y quedara reflejada en los planos finales de la instalación.

### **Señalización**

Las conducciones de la instalación deben estar señalizadas con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, en el caso de que lo tengan, de acuerdo con lo indicado en UNE 100.100.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores, junto al esquema de principio de la instalación.

### **Identificación de equipos**

Al final de la obra los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan reglamentariamente identificados con placa de fábrica, deben marcarse mediante una chapa de identificación, sobre la cual se indicaran el nombre y las características técnicas del elemento.

En los cuadros eléctricos los bornes de salida deben tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

### **5.1.20. PRUEBAS**

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante. Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, debe efectuarse una prueba final de estanqueidad de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 6 bar, de acuerdo a UNE 100.151.

Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros, midiendo presiones y, finalmente, se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a temperatura de régimen.

Por último, se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

### **Pruebas de libre dilatación**

Una vez que las pruebas anteriores hayan sido satisfactorias y se hayan comprobado hidrostáticamente los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con calderas

se llevaran hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

### **Otras pruebas**

Por último se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de de estas instrucciones técnicas.

Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

### **5.1.21. MANTENIMIENTO**

Toda la instalación seguirá el plan de vigilancia y mantenimiento preventivo que se establece en el capítulo 4 de la HE4 “Contribución solar mínima” del Código Técnico de la Edificación.

## **5.2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

### **5.2.1. GENERALIDADES**

#### **5.2.1.1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos a realizar son los correspondientes a la instalación de los elementos que constituyen la generación de energía térmica mediante caldera de pellets para suministro de calefacción y apoyo a la generación de A.C.S en el “Hogar de la Tercera Edad” de Villamuriel de Cerrato.

Se incluyen en los mismos la colocación de la caldera, montaje de alimentación y suministro de combustible desde el silo, bomba de primario, colectores, circuitos hidráulicos y, en definitiva, los elementos y accesorios necesarios para en un futuro posibilitar una instalación.

#### **5.2.1.2. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN**

Las preinstalaciones serán realizadas por empresa instaladora consolidada en el sector, con instaladores a su servicio provistos de los respectivos carnets reconocidos por la Consejería de Industria de la Junta de Castilla y León. A tal empresa se le presupone la dotación de los medios necesarios así como de los suficientes conocimientos y experiencia en obra para la correcta instalación.

El trabajo se desarrollará previsiblemente simultaneado con otros, así como las ayudas necesarias por parte de otros grupos de trabajo, especialmente con respecto a la instalación eléctrica, por lo que habrá de procederse a la coordinación de las tareas de los distintos equipos, en base a garantizar la seguridad tanto de los operarios como de los bienes y equipos. Se estará a lo indicado en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y Reales Decretos que la desarrollan.

#### **5.2.1.3. PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES. SEGURIDAD Y SALUD**

La empresa instaladora, según Ley, debe coordinar las medidas de seguridad y salud que vaya a adoptar en la obra para protección de los trabajadores a su servicio, con el resto de empresas subcontratistas que operen simultáneamente en la obra.

En general se dará cumplimiento al R.D. 31/1995: Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Dicha coordinación quedará plasmada en el denominado “Plan de Seguridad y Salud” redactado por el instalador y sometido a la aprobación de la Dirección Técnica, la cual habrá de elaborar el Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Como a cualquier empresa, se le exigirá la correspondiente evaluación de riesgos y las medidas que eliminen o palien hasta niveles razonablemente aceptables el binomio probabilidad-consecuencia de los accidentes que pudieran sufrir los trabajadores.

Para el trabajo a desarrollar, se prevé la dotación de Equipos de Protección Individual (EPI's) a los trabajadores, en particular guantes de protección contra cortes y quemaduras y ropa de trabajo.

Deberá disponer asimismo de herramientas adecuadas a la actividad a realizar y en general las correspondientes protecciones en función del riesgo que conlleve cada tipo de trabajo (definidos en general en el Estudio Básico de Seguridad y Salud).

Los operarios que realicen los trabajos deberán disponer asimismo de perfecto conocimiento de los riesgos que asumen así como de la formación técnica adecuada a la función a desempeñar (Formación e información). Se considerará especialmente las condiciones de trabajo particulares para menores de edad (aprendices o similar) que, en su caso, intervengan en la ejecución.

Los trabajos se realizarán en coordinación con otros subcontratistas, en ausencia de interferencias con los mismos y tomando las medidas oportunas de identificación y señalización (delimitación en su caso) de puntos o zonas que conlleven algún tipo de peligro.

### **5.2.2. CALEFACCIÓN**

#### **5.2.2.1 .OBJETO DEL CONTRATO**

- 1) El objeto del presente Pliego de Condiciones Técnicas es la definición de las especificaciones bajo las cuales ha de realizarse el proyecto de nueva caldera de biomasa para calefacción y producción de agua caliente sanitaria en el “Hogar de la Tercera Edad” de Villamuriel de Cerrato.

- 2) Además de atenerse a las condiciones señaladas en el presente pliego, todos los elementos y su sistema de montaje cumplirán lo dispuesto en la Normativa que le sea de aplicación.
- 3) Necesidades administrativas a satisfacer mediante el contrato:  
Describir y regular la obra de sustitución de caldera de gasóleo por caldera de biomasa que garanticen un ahorro energético en la instalación, lo que supondrá un ahorro en el consumo de energía.

### 5.2.2.2. JUSTIFICACIÓN

El actual sistema de calefacción emplea una caldera de gasóleo que se sustituye por caldera de biomasa promoviendo de esta manera una inversión dirigida a la reducción del impacto medioambiental, a través de la disminución de emisiones contaminantes y el fomento de la generación de energía utilizando fuentes renovables.

### 5.2.2.3. TRABAJOS PREVIOS

Desmontaje tanto de la caldera como del depósito de gasóleo existente, además de carga y transporte al almacén municipal de equipos de climatización y asegurar su correcto funcionamiento.

### 5.2.2.4. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

Instalación eléctrica: - Todos los motores y reguladores suministrados de acuerdo con esta sección se instalarán de acuerdo con las Normas de la Delegación de Industria y el R.E.B.T.

### 5.2.2.5. SUBCONTRATA

La Dirección Facultativa se reserva el derecho a aprobar la Entidad que subcontrate este capítulo.

### 5.2.2.6. PLANOS

Los planos del Proyecto indican la extensión y disposición general de los trabajos de calefacción. Si el Contratista estimase necesario apartarse de lo establecido en dichos planos, presentará a la aprobación de la Dirección, tan pronto como sea posible, los detalles de tales modificaciones y las causas que lo justifiquen. Asimismo presentará, por duplicado, ejemplar de los planos definitivos de montaje con especificaciones de diámetros, llaves, etc., y sitio exacto de su ubicación.

#### **5.2.2.7. INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO**

Se colocarán en los lugares indicados por la Dirección en la proximidad del equipo, instrucciones impresas que regulan el funcionamiento y mantenimiento de cada elemento del mismo. Dichas instrucciones se montarán en bastidores de madera o metal con cubiertas de vidrio o en plástico.

#### **5.2.2.8. PRUEBAS DEFINITIVAS DE TEMPERATURA**

Cuando el sistema se halle totalmente instalado y con objeto de hacer la recepción, se efectuará el ensayo de temperatura en los diferentes locales del edificio, cuyo resultado ha de satisfacer las condiciones del Proyecto cargo de la contrata.

#### **5.2.2.9. CRITERIO DE MEDICIONES**

Se medirá la instalación general por unidades. La caldera, depósito de expansión, cuadros de mando y maniobras, chimenea, válvulas, acumuladores, intercambiadores, etc., se medirán por unidad.

### **5.2.3. AISLAMIENTO TÉRMICO**

#### **5.2.3.1. GENERALIDADES**

El subcontratista aislará completamente tuberías, tanques, depósitos de agua caliente, válvulas, intercambiadores, conductores, accesorios, etc., tal como especifica en este capítulo.

Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos e intercambiadores, soportes de tuberías, etc., se aislarán al menos en una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento.

Cuando los equipos estén soportados por cuñas de metal, el aislamiento se prolongará hasta la fundación de hormigón.

Cualquier aislamiento mostrando evidencia de humedad será rechazado por la Dirección Facultativa. Todo el aislamiento que se aplique en una jornada de trabajo, deberá tener también en dicha jornada la barrera antivapor, si ésta fuese necesaria.

Cualquier evidencia de discontinuidad de la barrera antivapor, será causa suficiente de rechazo por la Dirección Facultativa.

El aislamiento deberá ser suficiente fuerte como para resistir el uso ordinario, esto puede incluso significar un hombre caminando o de pie sobre tuberías o depósitos aislados.

El aislamiento deberá estar siempre protegido por:

- Barreras antitiempo cuando se instale al exterior.
- Barreras antivapor cuando la presión de vapor en la superficie del tubo o depósito sea menor que la exterior.
- Recubrimientos interiores para proteger el aislamiento de daños mecánicos, uso y desgarres, cuando discurra en el interior del edificio por galerías y zanjas.
- Acabados interiores se preverán para aplicar sobre el aislamiento dándole un contorno vistoso.

Las protecciones se instalarán sobre el aislamiento con juntas herméticas al paso del agua.

Estas juntas herméticas serán capaces de resistir los movimientos de expansión contracción, viento y fuerzas mecánicas sin abrirse y permitir la entrada de agua.

Las emulsiones para el sellado de juntas o uniones deberán ser barreras antivapor y antitiempo lo suficientemente flexibles para soportar las fuerzas internas y externas sin agrietarse o perder cohesión con las superficies en contrato.

Las emulsiones, cuando se usen entre dos superficies, serán de poca contractibilidad, permanecerán flexibles independientemente de la temperatura y tendrán buena adhesión a ambas superficies.

Los adhesivos (si fueran necesarios), usados para pegar barreras antitiempo, barreras antivapor, recubrimientos interiores o acabados, serán de características aprobadas por la Dirección Facultativa y se aplicarán según las instrucciones del fabricante

Las juntas de contracción serán previstas tanto en tuberías horizontales y en verticales como en depósitos e intercambiadores. Todas las juntas de contracción se rellenarán con fibra de vidrio elástica para permitir el movimiento.

Toda la tubería, depósitos, intercambiadores y demás componentes de la instalación, deberán estar probados hidrostáticamente antes de la aplicación de cualquier tipo de aislamiento.

Todas las superficies que deben aislarse deberán estar libres de aceite, grasa y suciedades.

Todo el aislamiento cumplirá como mínimo las indicaciones de la instrucción ITE-08-12 siempre que en la presente especificación no se indique lo contrario.

### 3.2.3.2. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE AGUA REFRIGERADAS

El aislamiento se efectuará por medio de los siguientes elementos:

- Una mano de emulsión asfáltica en el interior de las coquillas y entre las juntas
- Coquilla de Vitrofib-tela con espesor según se indica en la Tabla 62.
- Atado con alambre galvanizado.
- Emulsión asfáltica.
- Vendaje a base de gasa de algodón.
- Acabado final de aluminio en todas las tuberías vistas (espesor 6/10 mm).

**Tabla 62. Espesor de coquilla para tuberías refrigeradas**

<b>Tuberías interiores</b>	
<b>Diámetro de tubería en mm</b>	<b>Espesor de coquilla</b>
D<35	20 mm
35<D<90	30 mm
90<D	40 mm
<b>Tuberías exteriores</b>	
<b>Diámetro de tubería en mm</b>	<b>Espesor de coquilla</b>
D<35	40 mm
35<D<90	50 mm
90<D	60 mm

### 5.2.3.3. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE

El aislamiento se ejecutará por medio de los siguientes elementos:

- Coquilla de vitrofib-tela con espesor según se indica en la Tabla 63
- Atadao con alambre galvanizado
- Vendaje a base de gasa de algodón

- Acabado final de aluminio en todas las tuberías vistas (espesor 6/10 mm)

**Tabla 63. Espesor de coquilla para tuberías de agua caliente**

<b>Tuberías interiores</b>	
<b>Diámetro de tubería en mm</b>	<b>Espesor de coquilla</b>
D<35	20 mm
35<D<90	30 mm
90<D	40 mm
<b>Tuberías exteriores</b>	
<b>Diámetro de tubería en mm</b>	<b>Espesor de coquilla</b>
D<35	30 mm
35<D<90	40 mm
90<D	50mm

#### 5.2.3.4. AISLAMIENTO DE CHIMENEAS

Las chimeneas se aislarán con manta 342 G de 100 Kg/m<sup>3</sup> de densidad y 100 mm de espesor, sujeta con malla metálica galvanizada de 10 mm.

El aislamiento se protegerá con chapa de aluminio de 8/10 mm de espesor.

#### 5.2.4. EQUIPOS

##### 5.2.4.1. SISTEMA DE CALEFACCIÓN. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA.

La caldera de biomasa a instalar deberá tener la potencia térmica requerida para la sustitución de la antigua caldera de gasóleo. Se instalará en el lugar indicado por los planos y será del tipo y modelo indicado a continuación. Se suministrarán todos los accesorios de la caldera, tales como útiles de limpieza, termómetros, válvula de alimentación, válvula de seguridad y desagüe de dimensiones necesarias.

El equipo será instalado sobre bancada de hormigón de dimensiones y características adecuadas, cuyos planos y croquis serán entregados por el instalador a la empresa constructora para su ejecución, una vez aprobados por la Dirección Facultativa.

#### 5.2.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA DE BIOMASA Y LA INSTALACIÓN NECESARIA

##### **CALDERA**

Caldera de Biomasa (Marca Hargassner, modelo HSV 100 S WTH 100) con las siguientes características:

- Detección automática de combustible
- Cámara de combustión en material refractario resistente a altas temperaturas
- Parrilla automática, dispositivo automático de limpieza de caldera
- Tubuladores para una óptima transmisión térmica en el intercambiador
- Ladrillos turbo para una óptima postcombustión
- Intercambiador de calor de seguridad integrado
- Ventilador de tiro inducido con regulación de velocidad y monitorización de subpresión
- Recirculación de humos
- Ignición automática
- Descarga automática de cenizas de combustión o volátiles con un solo motor
- Indicación de nivel de llenado del silo de pellets
- Dosificador de pellets 100% antirretorno de llama

Componentes:

- Cámara de combustión refractaria
- Intercambiador de calor
- Tubuladores
- Separador de volátiles
- Parrilla de inserción
- Sonda Lambda
- Tiro forzado con regulación de velocidad
- Ladrillos turbo
- Motor de descarga de cenizas y limpieza
- Sinfín descarga cenizas de la parrilla
- Caja de cenizas

- Dispositivo automático de limpieza
- Intercambiador de emergencia con protección térmica
- Depósito nodriza
- Sistema de aspiración estanco sin mantenimiento, ni filtro
- Avisador de nivel de llenado
- Tornillo sinfín de alimentación
- Dosificador de pellets doble
- Turbina de aspiración
- Todos los accesorios necesarios para su instalación

Varios:

- Acumulador de inercia estratificado Hargassner 2000 l.
- Depósito de ACS 200 l.
- Chimenea de salida de gases
- Silo Marca Hargassner RAS 300 de dimensiones de 3 x 2,5 m de superficie básica y 2,5 m de altura.
- Tornillo sinfín 3000 mm
- Boca de llenado recta Ø100 x 500 mm.

### 5.2.4.3. BOMBAS

El motor eléctrico será acoplado directamente a la bomba por medio de acoplamiento semirrígido y todo el conjunto será montado sobre base de hierro fundido con taladros de sujeción siempre que sean de tipo horizontal.

La velocidad de la bomba no será superior a 1450 r.p.m excepto cuando se indique lo contrario. Las bombas estarán perfectamente equilibradas estática y dinámicamente, y se seleccionarán para soportar las presiones estáticas deducidas de los planos más la presión de descarga cerrada.

En el caso de ser de ejecución horizontal se instalarán sobre bancada de hormigón de características y dimensiones adecuadas cuyos planos y croquis serán entregados a la empresa constructora, una vez aprobados por la Dirección Facultativa.

### 5.2.4.4. EQUIPOS DE REGULACIÓN AUTOMÁTICA

Serán del tipo electrónico y responderán a las características de funcionamiento y prestaciones según se indica en la memoria, así como en los planos y esquemas adjuntos.

Los elementos de control se situarán de forma que no estén influenciados en su funcionamiento por causa distinta de aquella que se pretende comprobar. Los elementos de regulación serán montados de forma adecuada, evitando oscilaciones excesivas en los mismos.

El calibrado de este tipo de aparatos deberá ser realizado por técnicos especializados de la propia casa suministradora de los mismos.

Será por cuenta del instalador todas las líneas eléctricas de control necesarias para su correcto funcionamiento de los equipos, así como el material suplementario (tubos, ajas, etc.) que sea necesario en la instalación.

### 5.2.4.5. ADAPTACIÓN SALA DE CALDERAS

Los trabajos consisten en la adaptación de la sala de calderas para la instalación de la caldera y el silo:

Albañilería:

- Ejecución de huecos en la pared de la sala de calderas para la conexión de los tubos de aspiración desde el silo a la caldera.
- Ejecución del hueco para evacuación de humos mediante chimenea.
- Construcción de silo para alimentación de caldera cuyas dimensiones son 3 x 2,5 m de superficie básica y 2,5 m de altura.
- Suministro e instalación del medio de extinción necesario para la legalización del cuarto de calderas.

### 5.2.5. PLAZO DE EJECUCIÓN

La ejecución del sistema de calefacción y de producción de ACS definida en el presente Pliego de Condiciones Técnicas tendrá que estar ejecutada en un plazo máximo de **1 MES**.

El plazo mínimo de garantía de los equipos contra defectos de fabricación y de la instalación contra defectos de montaje será de 2 años (incluida la mano de obra necesaria para las reparaciones).

La empresa adjudicataria costeará los proyectos necesarios y obtendrá los permisos precisos para la puesta en funcionamiento de la instalación.

En el acto de recepción oficial de la instalación de calefacción y producción de agua caliente sanitaria del edificio, la empresa adjudicataria deberá entregar toda la documentación técnica necesaria, autorizaciones por órgano competente en materia de energía y un manual descriptivo del funcionamiento y mantenimiento de todos los equipos que la integran.

### 5.2.6. PRESUPUESTO

- 1) El presupuesto de la instalación de calefacción y producción de agua caliente sanitaria del edificio definido en este Pliego de Condiciones Técnicas, incluido el suministro de la caldera, sus componentes, la instalación de la misma y la construcción de los elementos necesarios para su uso, asciende a la cantidad de: **45.743, 11 €** (cuarenta y cinco mil setecientos cuarenta y tres euros con once céntimos) IVA incluido.
- 2) El pago de las cantidades correspondientes al presupuesto del contrato se abonará en una sola anualidad correspondiente al año 2013.
- 3) Las ofertas de los licitadores determinarán el precio de contrata para la construcción de las obras. En la oferta de los licitadores se entenderá siempre comprendido el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido en cada una de las prestaciones objeto de este contrato, si bien dicho impuesto deberá indicarse en partida independiente. En dicha oferta se entenderán incluidos todos los gastos que de acuerdo con el presente pliego son de cuenta del adjudicatario, así como todos los costes directos e indirectos a los que éste haya de hacer frente para presentar su oferta y cumplir con todas las obligaciones contractuales.
- 4) Por acuerdo de la Administración contratante y la empresa adjudicataria, éstas podrán acordar la disminución de los plazos de ejecución, de adaptarse a la existencia de créditos adecuados y suficientes.

# 6. CONCLUSIONES

## 6.1. CONCLUSIONES

El presente proyecto tiene la finalidad de la sustitución de la actual caldera de gasóleo por una nueva caldera de biomasa (alimentada con pellets) en el “Hogar de la Tercera Edad” de la localidad de Villamuriel de Cerrato (Palencia).

Se persigue modernizar la actual sala de calderas adaptándola al uso de la biomasa y renovar los equipos obsoletos, así como obtener tanto un menor impacto medioambiental como un ahorro económico significativo.

Por tanto se puede concluir que éste proyecto es viable, tanto en el aspecto medioambiental como en el económico ya que por un lado supone una notable reducción en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera respecto a la anterior instalación de calefacción y agua caliente.

También se concluye que a pesar de que la inversión inicial en esta instalación de biomasa es elevada, en pocos años se amortiza y tras ello se obtiene un ahorro económico significativo que va aumentando paulatinamente con el paso de los años, debido a los cada vez más caros combustibles de origen fósil y el estancamiento de las fuentes de energía renovables.

# 7. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

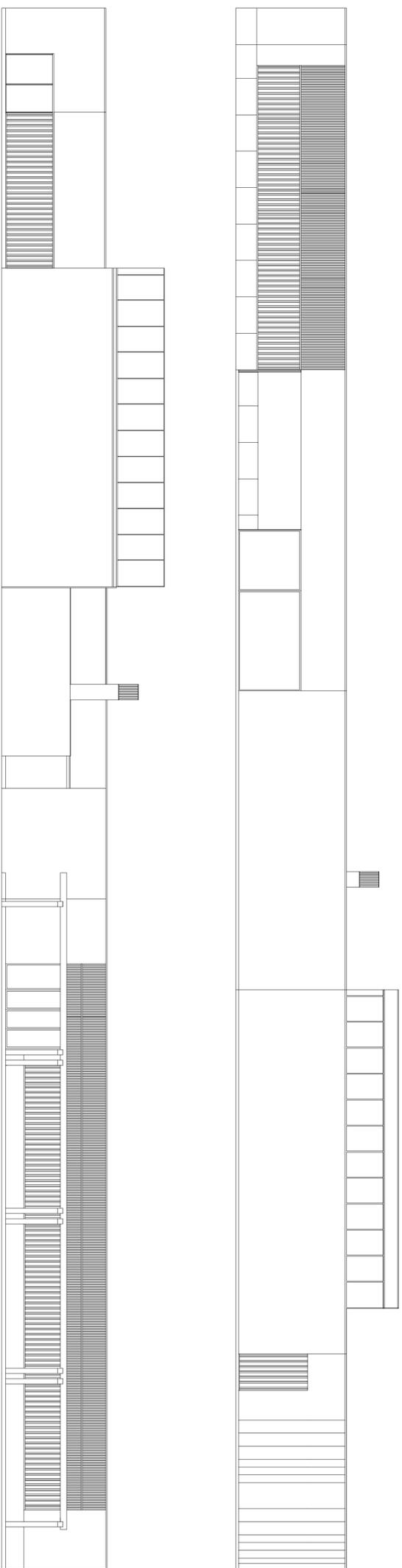
## 7.1. BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE-2007).
- Código Técnico de la Edificación (CTE-2006).
- Almoril Gragera, Agustín: *Proyecto de generación térmica por biomasa en piscina climatizada*. Badajoz.
- Santa Cruz Astorqui, Jaime, Mercedes, del Río Merino, Gemma, Cachero Alonso, Ignacio, Monje García, Dolores, Rubio Madueño: *Estudio de la viabilidad del aprovechamiento de biomasa para calefacción y ACS en edificación*. Madrid, 2008.
- Dpto. de Biomasa y Residuos del IDAE. *Guía técnica de instalaciones de biomasa térmica en edificios*. Madrid, 2009.
- Agencia Española de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. *Condiciones climáticas exteriores de proyecto*. Madrid, 2009.
- Observatorio Tecnológico de la Energía. *Mapa Tecnológico: Calor y Frío Renovables*. 2012.
- Ortega Pérez, Laura. *Calefacción Urbana mediante caldera de biomasa para un núcleo de población de 212 habitantes*.
- García Sánchez, Ivan. *Instalación de calefacción y ACS*.
- IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía). *Informe de precios energéticos: combustibles y carburantes*. 2013.
- Cerdá Tena, Emilio. *La biomasa en España: una fuente de energía renovable con gran futuro*. Madrid, 2012.
- IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía). *Mapa Tecnológico: Calor y frío renovables*. 2012.
- Centro Nacional de Educación Ambiental. *Organismo Autónomo Parques Nacionales. Emisiones 2012*.

## 7.2. WEBGRAFÍA

- Hargassner. (<http://www.hargassner.es/>)
- Ponce, Javier. "Cálculo de la carga térmica en calefacción según el RITE 2007." (<http://javiponce-formatec.blogspot.com>).
- Ponce, Javier. "Ventilación en locales". (<http://javiponce-formatec.blogspot.com>)
- Enercost. (<http://enercost.eu>)
- Delta biomasa. (<http://www.estufas-pellets.com>).
- Asociación española de valorización energética de la biomasa. (<http://www.avebiom.org/es>).
- Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía. (<http://www.idae.es>).
- Tramita Castilla y León. (<https://www.tramitacastillayleon.jcyl.es/>).
- Portal de energías renovables. (<http://www.energiasrenovables.ciemat.es>).





UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

PROYECTO FIN DE CARRERA

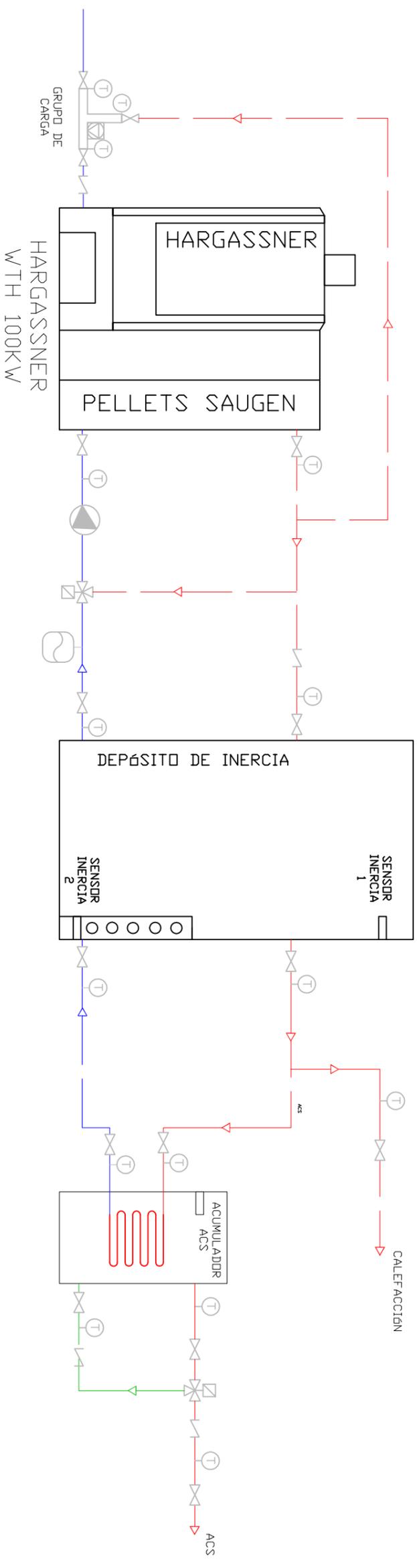
ALZADOS

LOS INGENIEROS TÉCNICOS:  
ELENA FRANCO VALDERRÁBANO  
RUBÉN FUENTE DE PAZ

DENOM  
PLANO ALZ

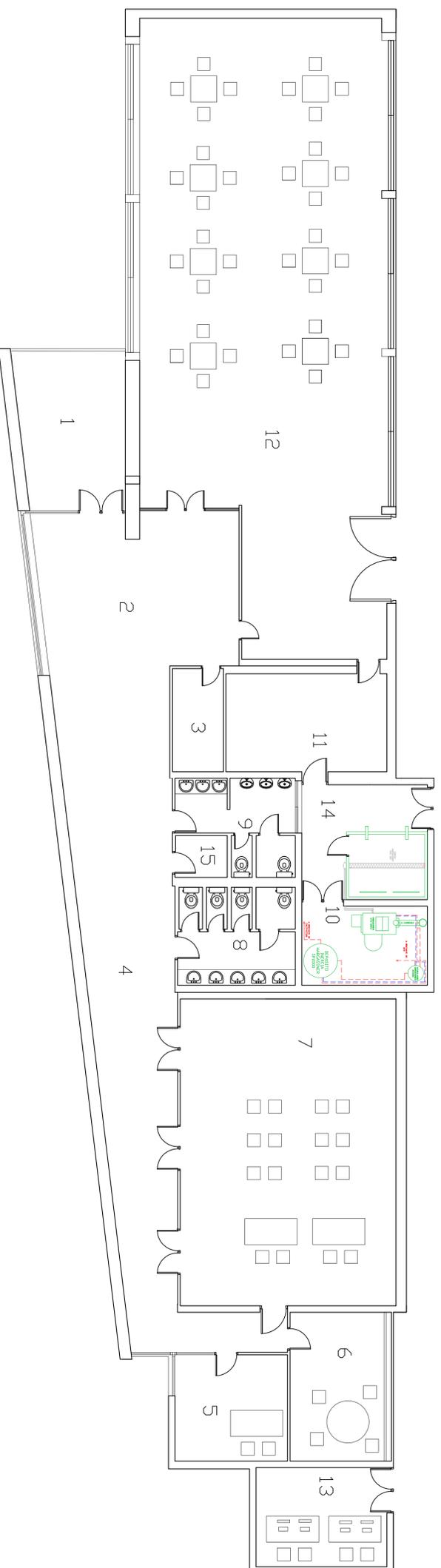
PLANO 3

ESCALA 1:100  
FECHA: 05/2013

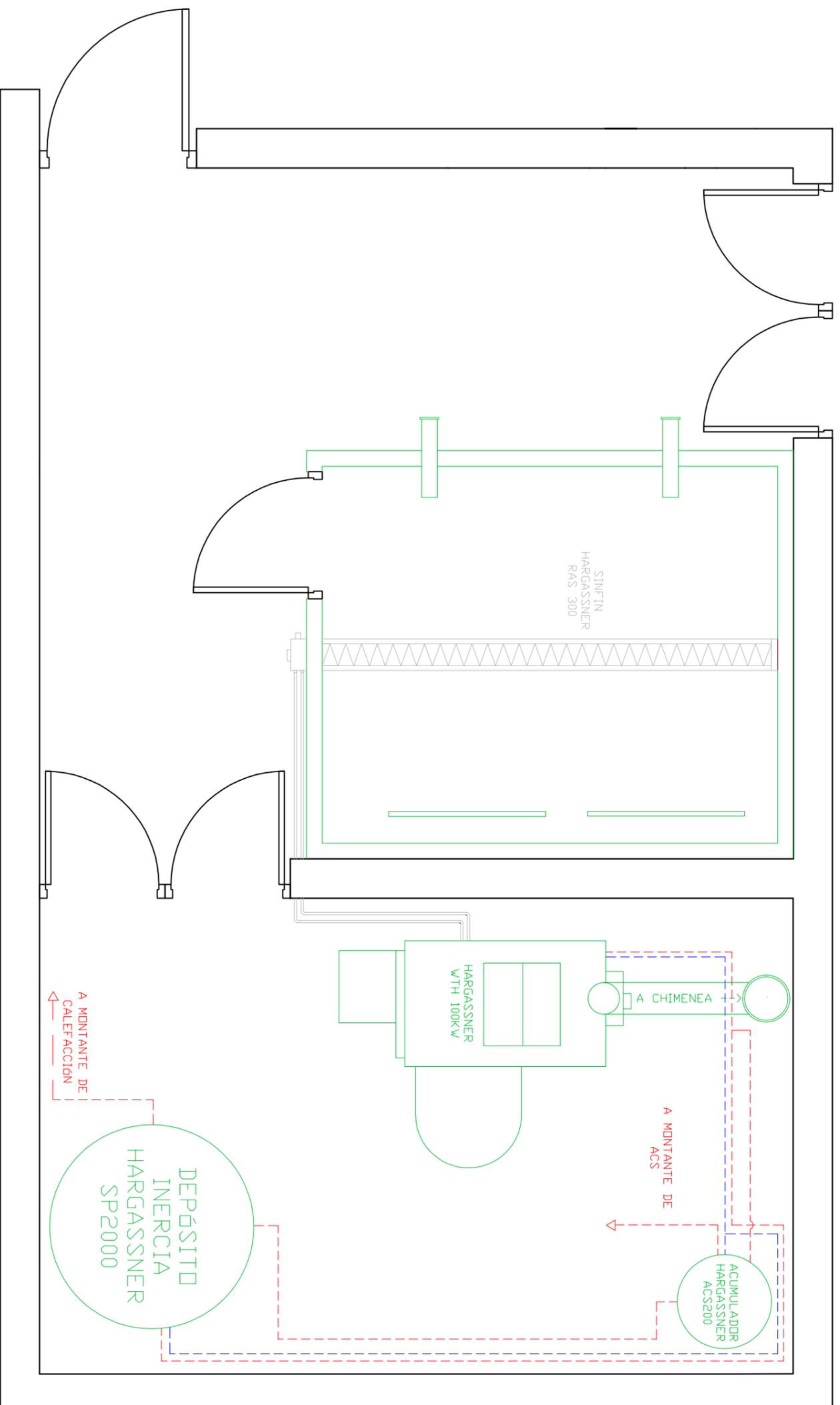


LEYENDA	
	GRUPO DE CARGA
	VALVULA DE TRES VIAS
	VASO DE EXPANSION
	BOMBA
	LLAVE DE PASO
	ANTIRETORNO
	TERMOMETRO

<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</b>	
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
<b>ESQUEMA HIDRÁULICO</b>	
<b>LOS INGENIEROS TÉCNICOS:</b> ELENA FRANCO VALDERRÁBANO RUBÉN FUENTE DE PAZ	
<b>DENOMINACIÓN</b> <b>PLANO ESQH</b>	
<b>PLANO 5</b>	
ESCALA S/E	
FECHA: 05/2013	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES	
PROYECTO FIN DE CARRERA	DENOM PLANO PLA
PLANTA	PLANO 2
LOS INGENIEROS TÉCNICOS:	
ELENA FRANCO VALDERRABANO	ESCALA 1:100
RUBEN FUENTE DE PAZ	FECHA: 05/2013



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**DENOM  
PLANO SCAL**

**SALA DE CALDERAS**

**PLANO 4**

**LOS INGENIEROS TÉCNICOS:**

**ESCALA 1:30**

**ELENA FRANCO VALDERRABANO**

**RUBÉN FUENTE DE PAZ**

**FECHA: 05/2013**



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**DENOM  
PLANO SIT**

**PLANO DE SITUACIÓN**

**PLANO 1**

**LOS INGENIEROS TÉCNICOS:**  
ELENA FRANCO VALDERRÁBANO  
RUBÉN FUENTE DE PAZ

ESCALA S/E

FECHA: 05/2013